DIE JÜNGEREN GESTEINE

DER

ECUATORIANISCHEN OST-CORDILLERE

VON

CORDILLERA DE PÍLLARO BIS ZUM SANGAY

SOWIE DIE DES

AZUAY UND EINES TEILES DER CUENCA-MULDE.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

VON

FELIX TANNHÄUSER

AUS OBERHAUSEN.

TAG DER PROMOTION: 16. APRIL 1904.

Vorliegende Arbeit bildet den Anfang von Heft II des Werkes:

WILHELM REISS, ECUADOR 1870—1874.

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

AUSGEFÜHRT IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT

DER

UNIVERSITÄT BERLIN.

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.
1904.

DIE JÜNGEREN GESTEINE

DER

ECUATORIANISCHEN OST-CORDILLERE

VON

CORDILLERA DE PÍLLARO BIS ZUM SANGAY

SOWIE DIE DES

AZUAY UND EINES TEILES DER CUENCA-MULDE.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

VON

FELIX TANNHÄUSER

AUS OBERHAUSEN.

TAG DER PROMOTION: 16. APRIL 1904.

REFERENTEN:

PROFESSOR DR. C. KLEIN.

PROFESSOR DR. W. BRANCO.

BERLIN

DRUCK: BUCHDRUCKEREI GEBRÜDER ERNST.

Vorliegende Arbeit, welche ich der hohen philosophischen Fakultät der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin als Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde vorzulegen mich beehre, wurde in dem mineralogisch-petrographischen Institut derselben angefertigt.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geheimen Bergrat Prof. Dr. C. Klein meinen wärmsten Dank auszusprechen für die wohlwollende Unterstützung, die er mir während meiner mineralogischen Studien und besonders bei der Ausführung dieser Arbeit zuteil werden ließ.

Auch Herrn Geheimen Regierungsrat Dr. W. Reiss auf Schloß Könitz bei Saalfeld in Thüringen, dem Sammler der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Gesteine, schulde ich großen Dank für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mit der er mir das in seinem Besitz befindliche Vergleichsmaterial zur Verfügung stellte, wie für manche wertvolle mündliche Auskunft.

In gleicher Weise danke ich Herrn Custos Dr. M. Belowsky und Herrn Privatdozenten Dr. F. von Wolff für das Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten, und für ihren steten freundlichen Rat, dessen ich mich erfreuen durfte.

Endlich darf ich es nicht unterlassen, den Chemikern an der hiesigen geologischen Landesanstalt Herren Dr. A. Lindner und Dr. A. Boehm für die Förderung zu danken, die sie mir durch Ausführung von Analysen bewiesen haben.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 3

A. Mineralien 5

Quarz 5

Opal 8

Chalcedon 8

Tridymit 8

Amphibol 11

Feldspat 16

Pyroxen 19

Glimmer 20

Olivin 21

Apatit 22

Zirkon 22

Magnetit 22

B. Gesteine 23

Allgemeines 23

Dacit 25

Andesit 29

Glimmer-Andesit 29

Hornblende-Andesit 31

Pyroxen-Andesit 33

Basalt 36

Zusammenstellung der Resultate 37

C. Zusammenstellung der Fundpunkte 38

Cordillera de Píllaro 38

Glimmer-Andesit 38

Hornblende-Andesit 39

Pyroxen-Andesit 39

Seite

Tunguragua 43
Glimmer-Andesit 43
Hornblende-Andesit 43
Pyroxen-Andesit 44
Altar 50
Glimmer-Andesit 50
Pyroxen-Andesit 50
Basalt 52
Cubillin 53
Hornblende-Andesit 53
Pyroxen-Andesit 53
Cordillera de Alao 54
Pyroxen-Andesit 54
Cordillera de Cebadas 54
Hornblende-Andesit 54
Pyroxen-Andesit 55
Cerros de Yaruquíes 55
Glimmer-Dacit 55
Hornblende-Andesit 56
Pyroxen-Andesit 58
Sangay 59
Hornblende-Andesit 59
Pyroxen-Andesit 60
Basalt 62
Azuay und Cuenca-Mulde 62
Hornblende-Dacit 62
Hornblende-Andesit 63
Pyroxen-Andesit 67

DIE JÜNGEREN GESTEINE

DER

ECUATORIANISCHEN OST-CORDILLERE

VON

CORDILLERA DE PÍLLARO BIS ZUM SANGAY

SOWIE DIE DES

AZUAY UND EINES TEILES DER CUENCA-MULDE.

BEARBEITET VON

F. TANNHÄUSER

1904.

MIT 1 TAFEL

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548904_0062

Einleitung.

Das Material zu der vorliegenden Arbeit lieferten ca. 500 Handstücke jungvulkanischen Ursprungs aus der Ost-Cordillere von Ecuador, welche von Herrn Geheimrat W. Reiss auf seinen Forschungsreisen von 1870—74 in Ecuador gesammelt und später dem mineralogisch-petrographischen Institut und Museum hiesiger Universität überwiesen wurden.

Das hier in Frage kommende Gebiet erstreckt sich im Norden von der Cordillere de Píllaro bis zum Cuenca-Becken im Süden. Es umfaßt die Laven folgender größerer Vulkane: **Tunguragua, Altar, Sangay** und **Azuay mit ihren jungvulkanischen Vorgebirgen.**

Da Herr Geheimrat W. Reiss selbst die Absicht hat, eine geologische Darstellung dieser Gegend zu geben, so sei den nachfolgenden petrographischen Untersuchungen nur ein kurzer Überblick über die geographische Verteilung der verschiedenen Laven vorausgeschickt.

Südlich des Vulkangebietes des Cotopaxi, welches von Young[1]) bearbeitet wurde, und an welches sich das von mir behandelte Gebiet unmittelbar anschließt, bildet die **Cordillere de Píllaro** die nächste Fortsetzung.

Auch sie besteht aus kristallinen Schiefern mit jungvulkanischer Bedeckung, und zwar beteiligen sich an dem Aufbau der Cordillere fast ausschließlich basischere, z. T. Olivin führende Pyroxen-Andesite und in geringerem Maße saurere, Hornblende führende Andesite. Glimmer ist nur in zwei Handstücken vertreten. Die Färbung der Laven variiert in der mannigfachsten Weise: hellgrau, gelb, purpur, ziegelrot, dunkelgrau und schwarz. Die Struktur ist meist dicht, nur wenige Handstücke zeigen kleinere und größere Blasenräume, während ausgesprochen poröse Laven fehlen.

Die Cordillere de Píllaro reicht bis an das Pastazzatal.

---

[1]) A. Young: „Der Cotopaxi und die umgebenden Vulkanberge", Inaug.-Diss. Berlin 1902, und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador II, Berlin 1896 bis 1902, pag. 61—275.

Südlich vom Pastazzatale schiebt sich der gewaltige **Tunguragua** mit seinem Fußgebirge ein, auf der Fortsetsung der kristallinen Píllarocordillere aufsitzend.

Von der großen Zahl der vorhandenen Gesteinsarten gehört die Hauptmenge ebenfalls zu den basischeren Laven, die bisweilen schönen, ölgrünen Olivin führen und auf der Grenze zum Basalt stehen. Im allgemeinen treten aber größere Einsprenglinge zurück, so daß Laven mit ausgesprochen porphyrischer Struktur zu den Seltenheiten gehören. Für gewöhnlich liegen nur kleinere Einsprenglinge, von denen nur Feldspat deutlich erkennbar ist, in einer dichten, meist grauen Grundmasse.

An den Tunguragua reiht sich weiter nach Süden die Vulkanruine des **Altar** an mit den darauf folgenden Cordilleren von **Cubillin, Alao** und **Cebadas.**

Zum ersten Mal begegnet man am **Altar** Gesteinen, deren Olivingehalt so groß ist, daß die Acidität bis auf 51,41 % zurückgeht, und die den Charakter normaler Feldspatbasalte annehmen.

Hornblende fehlt in den Laven gänzlich und Glimmer spielt in wenigen Laven aus der Gegend von Pasuasu und vom Nord-Kraterrand eine untergeordnete Rolle.

Neben sehr dichten Varietäten sind auch Handstücke mit typischer Porphyrstruktur gefunden worden.

Im Gegensatz zum Altar ist die Hornblende in der **Cordillere de Cubillin** von größter Verbreitung. Es kommen reine Hornblende-Andesite vor oder Pyroxen-Andesite, deren Hornblendemengen nicht unwesentlich sind. Dazu gesellt sich accessorisch Quarz. Viele Handstücke sind ausgezeichnet porphyrisch entwickelt, die Farbe ist grau bis purpurbraun.

In der **Cordillere de Alao** kommt vornehmlich die Grundcordillere zur Geltung, da dieselbe nur spärlich von jungvulkanischem Material bedeckt ist. Von den beiden vorliegenden Stücken, welche beide zum Pyroxen-Andesit gehören, hat das eine wenig Hornblende.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in der **Cordillere de Cebadas,** doch überwiegt hier in den hellgrauen, dichten Handstücken die Hornblende.

Die Verbindung mit der West-Cordillere herstellend, sind dem Altar als Querriegel die petrographisch interessanten **Cerros de Yaruquíes** vorgelagert. Auf dem verhältnismäßig engbegrenzten Raum nehmen wohl sämtliche in Betracht kommende Gesteinsarten, vom Olivin führenden Pyroxen-Andesit bis zum Glimmer-Dacit, an ihrer Zusammensetzung Teil. Die Laven sind meist von heller Färbung.

Im Süd-Osten des Altar baut sich der **Sangay** auf. Wie beim Altar ist auch hier das herrschende Gestein ein basischer Pyroxen-Andesit mit reichlich Olivin. Hornblende tritt zurück.

Den südlichen Abschluß bildet das Gebirgssystem des **Azuay** mit seinen bis tief in die **Cuenca-Mulde** eingreifenden Abzweigungen. Soweit Proben vorliegen, sind die Laven etwas saurer, es sind olivinfreie Pyroxen- und Hornblende-Andesite.

Die nachfolgende mineralogisch-petrographische Beschreibung des gesamten Gebietes zerfällt in drei Teile:

A. In eine Darstellung der diese Laven aufbauenden Mineralien,

B. In eine petrographische Untersuchung der einzelnen Gesteinstypen,

C. In eine genaue Zusammenstellung der Fundpunkte und der von dort mitgebrachten Handstücke.

A. Mineralien.

Quarz.

Der Quarz kann in den hier zu beschreibenden Gesteinen eine dreifache Entstehungsweise haben: ursprünglich, sekundär oder fremd.

Als ursprünglicher Bestandteil, d. h. aus dem Magma des Gesteins selbst ausgeschieden, spielt er eine zwiefache Rolle.

Einmal kommt er als wesentliche Komponente sowohl unter den Einsprenglingen, wie in der Grundmasse der Dacite vor. Typisch als solche sind die Dacite aus der Quebrada de Punin in den Cerros de Yaruquíes.

In ihnen findet sich der Quarz bis zu 15 mm Größe, wasserhell mit schönem muscheligen Bruch und Fettglanz. Zuweilen ist auch die Dihexaëderform mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbar. Er kommt aber auch als Einsprengling klein und milchig vor, so daß er mit glasigem Feldspat zu verwechseln ist und es der größten Aufmerksamkeit bedarf, um ihn von diesem zu unterscheiden. In diesen Fällen ist es ganz besonders wichtig, den Quarz makroskopisch zu sichern, da er beim Schleifen wegen seiner Sprödigkeit leicht aus den Schliffen herausbricht und die mikroskopische Untersuchung negativ ausfällt.

U. d. M. zeigen die Einsprenglinge eine idiomorphe Begrenzung. Dieselbe ist aber durch die auflösende Wirkung des Magmas häufig abgerundet.

Bleibt die Dihexaëderform gewahrt, so umschließt der Quarz nicht selten ein kleines Glasdihexaëder mit einem Gasbläschen. Das Glasdihexaëder liegt orientiert zum Wirt.

Die vielfachen Ausbuchtungen zeugen von der korrodierenden Tätigkeit des Magmas, während die Zertrümmerungen der Kristalle durch mechanische Ursachen entstanden sind.

Eine Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

An dem Aufbau der Grundmasse ist der ursprüngliche Quarz in körnigen Aggregaten beteiligt. Hier wurde er durch die von Becke[1]) angegebene Methode sicher nachgewiesen.

Die Schliffe wurden mit Flußsäure geätzt und dann mit Fuchsin behandelt. Während sich alle anderen Bestandteile färben, bleibt der Quarz ungefärbt.

Zweitens gehören zum ursprünglichen Quarz möglicherweise vereinzelte Individuen, die als accessorischer Bestandteil sich in saureren Andesiten, zumal in Hornblende führenden Andesiten, finden. In diesen Gesteinen fehlt er aber absolut in der Grundmasse.

Die zweite, sekundäre Entstehungsweise des Quarzes zeigt sich in vereinzelten Hohlraumausfüllungen, die untergeordneter Natur und ohne Bedeutung sind.

Die Hauptmenge vorhandenen Quarzes in den oben genannten Gesteinen dürfte jedoch in die dritte Kategorie, in die der Fremdlingsquarze, zu stellen sein.

Dieselben besitzen ein ganz anderes Aussehen. Es sind gewöhnlich rundliche Butzen, umgeben von einem Augitresorptionsrand. Idiomorphe Begrenzungen fehlen, desgleichen die negativen Glasdihexaëder. Hingegen treten gelegentlich, wie z. B. bei dem weiter unten beschriebenen Zwilling, grobe Sprünge auf, die auf eine rhomboëdrische Spaltbarkeit zurückzuführen sind.

Zu diesen Fremdlingsquarzen möchte ich manche bisher aus den Anden besprochene Quarzvorkommen in Pyroxen oder gar Olivin führenden Gesteinen rechnen, wie solche u. a. von Belowsky[2]) mitgeteilt worden sind.

Wenn Zirkel[3]) den Augitkranz des Quarzes im Basalt von Finkenberg nicht für einen notwendigen Beweis für die exogene Natur des Quarzes ansieht, sondern ihn eher für eine Urausscheidung deuten möchte, so ändert diese Auffassung nichts

---

[1]) Tschermak's mineralog.-petrograph. Mitteilungen, N. F. 1889, X, p. 90 u. 1891, XII, p. 257: Unterscheidung von Quarz und Feldspat mittelst Färbung.

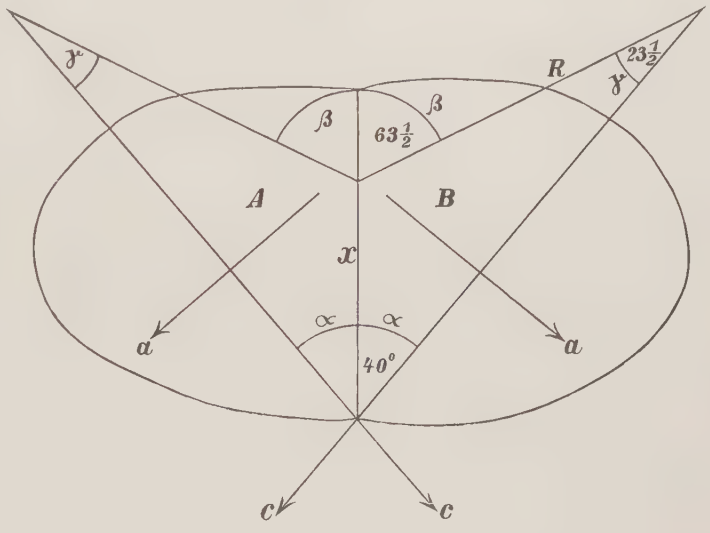
— N. F. 1892, XIII, p. 385: Petrograph. Untersuchungen am Tonalit der Rieserferner.

[2]) Belowsky, M.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen West-Cordillere", Inaug.-Diss Berlin 1892, p. 49 und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador I, Berlin 1892—96, pag. 49.

[3]) Zirkel, F.: Über Urausscheidungen in rheinischen Basalten, Leipzig 1903.

an der Tatsache, daß ein solches Quarzvorkommen dem übrigen Gesteinskörper gegenüber fremd ist und das Gestein weder chemisch noch petrographisch wesentlich beeinflußt hat.

Erwähnung verdient das an einem derartigen Quarzfremdling gefundene Zwillingsgesetz nach P 2 (11$\bar{2}$2), welches, wenn überhaupt schon sicher, so doch nicht häufig mikroskopisch konstatiert sein dürfte[1]).



Nebenstehende Figur (vergleiche auch Fig. 1 der Tafel) zeigt den Zwilling, wie er in einem Schliff von einem Block bei Ticsan viejo, auf dem Wege von Ticsan nach Alausí, beobachtet wurde.

Die beiden Individuen *A* und *B* sind von einem gemeinschaftlichen Resorptionsrande von Augit umgeben; *x* ist die scharf markierte Zwillingsnaht. Beide Individuen löschen symmetrisch zu derselben aus. Die Winkel ($\alpha\alpha$) betragen je 40 °. Beide Individuen zeigen im umgewandelten Mikroskop die Erscheinung einer Platte parallel $\dot{c}$.

Wegen der Dünne des Kristalls waren sowohl im Nörrenberg'schen Polarisationsinstrument bei Natriumlicht, wie bei einer Immersion keine deutlichen Kurven, sondern nur das zentrale Feld zu sehen.

Der in der Literatur angegebene Wert für den Winkel, welchen die beiden kristallographischen $\dot{c}$-Achsen ($\alpha\alpha$) miteinander bilden, beträgt 84° 30'. Es besteht also eine Differenz von 4° 30' mit dem von mir gemessenen Werte. Dieselbe hat ihren Grund darin, daß der Zwilling nicht ganz genau parallel $\dot{c}$ getroffen ist, was sich auch im umgewandelten Mikroskop bemerkbar macht.

Der Zwilling besitzt auch eine roh ausgebildete Spaltbarkeit nach dem Rhomboëder. In der obigen Figur ist dieselbe mit *R* bezeichnet. Sie macht mit der Zwillingsnaht *x* einen Winkel β von 63° 30' und mit den kristallographischen $\dot{c}$-Achsen

[1]) Johnson, A., gibt eine ausführliche Literaturangabe der makroskopischen Vorkommen von Quarzzwillingen nach P 2 (11$\bar{2}$2) im Centralblatt für Mineralog., Geolog. u. Palaeontolog., 1902, XXI, p. 649. Ein mikroskopisches Vorkommen ist auch ihm unbekannt.

einen Winkel γ von 23° 30′, Daten, die die oben angegebene Deutung des Zwillingsgesetzes stützen. So wurden z. B. an einem makroskopischen Quarzzwilling nach P2 ($11\bar{2}2$) aus Japan, der sich in der Unterrichtssammlung des hiesigen mineralogisch-petrographischen Instituts befindet, die Winkel β und γ mit dem Anlegegoniometer zu 63° bezw. 23° gemessen. An dem betreffenden Kristall ist die Spaltbarkeit vorzüglich ausgebildet.

Opal.

Der Opal ist stets ein Umwandlungsprodukt der im Gestein vorhandenen Einsprenglinge. Dabei zeigt er entweder noch die Form des primären Minerals, von dem er häufig erkennbare Reste umschließt, oder man sieht unregelmäßige, z. T. kugelig begrenzte Partien. Letztere haben zuweilen zonaren oder sphärolithischen Aufbau. Gern kommt er auch in Drusen vor.

Nach der Form der Pseudomorphosen und nach den umschlossenen Resten waren die ursprünglichen Mineralien Feldspat oder Pyroxen, seltener Olivin.

Die Opalsubstanz ist stets einfach brechend, eine etwaige Doppelbrechung wurde nicht wahrgenommen.

In zweifelhaften Fällen lieferte die Behandlung mit Fuchsin ohne vorherige Ätzung ein bequemes Erkennungsmittel.

Chalcedon.

Chalcedon wurde als Hohlraumausfüllung mit Wachstumszonen nach Art der Festungsachate angetroffen. Man erkennt die einzelnen Zonen zwischen gekreuzten Nicols an dem abwechselnden Hell- und Dunkelwerden. Die innersten Zonen sind radialfaserig angeordnet, und zwar sind die Längsrichtungen der Fasern vom Charakter der Doppelbrechung dieses Minerals. Manche Durchschnitte geben ein Interferenzkreuz nach Art der Sphärolithe.

Die Doppelbrechung ist ein wenig geringer als beim Quarz.

Tridymit.

Dieses Mineral wurde in selten schöner Ausbildung gefunden. Makroskopisch tritt es als hexagonale Täfelchen auf, die Durchkreuzungs-Zwillinge und -Drillinge bilden.

Mikroskopisch ist es in der Grundmasse vieler andesitischer Laven vorhanden. Es kommt auch hier sowohl als sechsseitiger Einzelkristall, wie als Zwillings- und

Drillingsbildung vor. Vorherrschend ist jedoch die Ausbildung in dachziegelförmigen Aggregaten. Dieselben können in solchen Mengen auftreten, daß dann der Tridymit einen wesentlichen Bestandteil der Grundmasse ausmacht.

Schon Young[1]) machte diese Beobachtung.

Was die optische Einwirkung der verschiedenen Tridymitanhäufungen angeht, so hängt dieselbe davon ab, ob die einzelnen Schüppchen mehr oder weniger parallel oder schief zur Basis getroffen sind.

Bei eingeschobenem Gipsblättchen vom R. I. Ord. fällt eine unregelmäßige Felderteilung auf.

Achsenbilder konnten trotz des vorzüglichen Materials nicht erzielt werden.

Die Ausbildungsweisen, in denen sich der Tridymit in den untersuchten Laven zeigt, scheinen eine dreifache Entstehung zuzulassen.

Zunächst spielt er die Rolle einer Zwischenklemmungsmasse. Ganz unregelmäßig ausgebildete Partien lagern zwischen den Einsprenglingen; sie sind primären Ursprungs, aus dem Gestein selbst auskristallisiert und bilden den Kristallisationsrückstand. Sie kommen in solchen eisenarmen Gesteinen vor, in denen die Mineralien noch keine Umänderung erlitten haben, so daß schon deshalb die Entstehung des Tridymits in diesem Falle in der metasomatischen Periode unwahrscheinlich ist.

Anders verhält es sich mit den Aggregaten, die eine mehr oder weniger scharf begrenzte kristallographische Anordnung aufweisen. Ihr Auftreten ist innig mit Resorptionsvorgängen verbunden.

Das eine Mal bildet sich der Tridymit bei der Resorption der Hornblende.

Ob es sich bei diesem Vorgang um eine beeinflussende Tätigkeit des Magmas im Sinne von Zirkel[2]), Lagorio[3]) und Rosenbusch[4]) handelt, oder ob er nur eine bloße Wärmeeinwirkung im Sinne von Küch[5]) und Esch[6]) ist, will ich hier nicht näher erörtern. Ich komme darauf bei der Besprechung der Hornblende zurück.

Der chemische Vorgang der Tridymitbildung dürfte sich in folgender Weise abspielen.

---

[1]) Young, A.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen Ost-Cordillere", Inaug.-Diss. Berlin 1902, p. 196 und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador II, 1896—1902, pag. 196.

[2]) Zirkel, F.: Lehrbuch der Petrographie, 1893, Bd. I, p. 717 u. s. w.

[3]) Tschermak's mineralog.-petrogr. Mitteil., N. F. 1887, Bd. VIII, p. 421: Über die Natur der Glasbasis, sowie die Kristallisationsvorgänge im eruptiven Magma.

[4]) Rosenbusch, H.: Mikroskopische Physiographie, 1887, Bd. I, p. 559, Bd. II, p. 660.

[5]) Küch, R., in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Geologische Studien in der Republik Columbia I, Berlin 1892, p. 57.

[6]) Esch, E.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen Ost-Cordillere", Inaug.-Diss. Berlin 1896, p. 29 und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge von Ecuador II, Berlin 1896, pag. 29.

Sind die Bedingungen derart, daß sie zu einer Umwandlung der Hornblende führen, so findet eine Spaltung des eisenreichen Hornblendemetasilicates statt und zwar in ein Kalkmagnesiasilicat, mehr oder weniger eisenfrei, welches als diopsidischer Augit auskristallisiert und in ein reines Eisenmetasilicat, in welchem das Eisen sowohl als Oxyd wie als Oxydul vorhanden sein kann. Das Eisenmetasilicat ist nicht bestandfähig. Die Eisenoxyde kristallisieren als Magneteisen aus. Es bleibt ein Rest von Kieselsäure übrig, der, falls die Grundmasse arm an Basen ist, als freie Kieselsäure, in diesem Falle als Tridymit, erscheint. Hat die Grundmasse noch hinreichend Basen, so verbindet die Kieselsäure sich aber mit ihnen zu Augit oder Feldspat.

Es braucht demnach nicht notwendigerweise bei diesem Hornblendezerfall zu einer Neubildung von Tridymit zu kommen, sondern es wird von der chemischen Zusammensetzung der Grundmasse abhängen, ob sich aus der Hornblende durch das Zwischenstadium des Opazits hindurch nur Augit und Magneteisen, oder Augit, Magneteisen und Feldspat, oder Augit, Magneteisen und Tridymit bilden.

Und in der Tat beobachtete ich den hier beschriebenen Vorgang der Tridymitbildung nur in saureren, pyroxenfreien Hornblendeandesiten mit einer Grundmasse aus grauem Glas mit reichlich Feldspatmikroliten und Hornblende; accessorisch Quarz und Biotit. Ein anschauliches Beispiel für diese Entstehungsweise des Tridymits gibt ein Gestein, welches bei Puluquiza, auf dem Wege von Yaruquíes nach Coltacocha, in den Cerros de Yaruquíes gesammelt wurde. Im Schliff sind die einzelnen Phasen des Vorganges deutlich zu sehen, von den ersten Anfängen bis zur vollständigen Ersetzung der ehemaligen Hornblendekristalle durch Tridymit (vergl. Fig. 2 und 3 der Tafel).

Das zweite Mal entsteht Tridymit aus Plagioklas.

In den Schliffen der Gesteine von Yuracpata am Rio Guapante in der Cordillere de Píllaro zeigt der Plagioklas vielfache Ausbuchtungen und Spuren wieder auflösender Wirkungen durch das Magma. Randliche Partien sind durch ein schuppiges Tridymitaggregat ersetzt, ja es läßt sich sogar aus der verschiedenen Lagerung der Tridymitschüppchen die vordem vorhanden gewesene Albitlamellierung noch erkennen (vergl. Fig. 4 der Tafel).

Oft jedoch ist der Tridymit von dem Einsprengling, aus dem er sich gebildet hat, weggeschwemmt. Er findet sich dann nesterweise in der Grundmasse vor.

Das Gestein ist ein Hypersthen führender Pyroxenandesit mit einer Grundmasse, die sehr reich an Pyroxen ist.

Das Zusammenvorkommen der Tridymitbildung und die Spuren der Wiederauflösung der Plagioklaseinsprenglinge ist sicher nicht zufällig, sondern steht in innerem Zusammenhang.

Vielleicht hat man sich den Vorgang folgendermaßen zu denken.

Das Magma ist arm an Kalk, während Magnesia und Eisen in normaler Weise vertreten sind. Es wirkt deshalb lösend auf die Kalk-Natronfeldspate, die den Kalkgehalt für die Augite der Grundmasse liefern, während der Kieselsäurerest sich als Tridymit ausscheidet.

Eine Neubildung von Tridymit aus Feldspat erwähnt Rosenbusch[1]) in einem Augitandesit von Grad-Jakán auf Java, ohne die Erscheinung näher zu beschreiben. Vielleicht ist dieser Vorgang entsprechend.

Die dritte Ausbildungsweise des Tridymits hat man in zahlreichen Hohlraumausfüllungen vor sich. Sie verdanken ihr Dasein wahrscheinlich der metasomatischen Periode und dürften sekundär sein, indem sie in den Drusen als Verwitterungsprodukt nachträglich abgesetzt wurden.

Amphibol.

Die Hornblende ist in den meisten Fällen makroskopisch deutlich erkennbar. Sie kommt bis zu 20 mm Größe in langgestreckten, säulenförmigen Kristallen von schwarzglänzender Färbung vor.

Im Dünnschliff läßt sie die Formen: $\infty P \breve{\infty}$ (010), ∞P (110) und untergeordnet $\infty P \bar{\infty}$ (100) erkennen.

Ist die Hornblende frisch, so zeigt sie deutliche Spaltbarkeit nach ∞P (110), die sich in Längsschnitten als parallel verlaufende, in Querschnitten dagegen als solche unter dem Prismenwinkel von $124^1/_2{}^\circ$ schneidende Risse äußert.

Nicht selten ist eine Zonarstruktur, jedoch ist die Anzahl der Zonen bei weitem geringer, wie z. B. beim Feldspat. Häufig besteht sie nur aus Kern und Rand.

Auch eine Sanduhrstruktur trifft man gelegentlich an.

Zwillinge nach dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) sind gewöhnlich. Dabei lagern die beiden Individuen z. T. unvermittelt aneinander, z. T. sind sie durch eingelagerte Lamellen verbunden.

Auch ein Durchkreuzungszwilling wurde beobachtet, dessen Gesetzmäßigkeit aber wegen der ungünstigen Schnittlage nicht zu ermitteln war.

Dasselbe traf bei einem anderen Zwillingsgesetz zu, welches sich durch eingelagerte Lamellen bemerkbar machte.

Fig. 5 der beiliegenden Tafel vereinigt alle drei Gesetze an einem Individuum.

Ebenso wie in den bereits früher beschriebenen Andengebieten beteiligen sich auch an der Zusammensetzung der von mir untersuchten Laven zwei Arten von Horn-

[1]) Rosenbusch, H.: Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg i. Br. 1873, VI, 96.

blende: eine grüne und eine braune. Dazu gesellt sich eventuell als Übergangsglied eine bräunlich-grüne.

Daß die Ansicht Belowsky's[1]), die er ja auch durch seine Glühversuche bestätigt gefunden hat, die braune Hornblende sei aus der grünen hervorgegangen, richtig ist, beweisen manche Schliffe, in denen ursprünglich grüne Hornblendeeinsprenglinge in die braune Hornblende übergehen.

Außer der Färbung unterscheiden sich beide Arten auch durch die verschiedenen Auslöschungsschiefen auf dem seitlichen Pinakoid, die von 20 ° bei der grünen bis auf 0 ° bei der braunen herunter gehen können, und durch den Pleochroismus. Derselbe ist immer kräftig und schwankt bei der grünen Hornblende zwischen gelblichgrünen und dunkelgrünen Tönen, bei der braunen zwischen gelblichen und rotbraunen.

An Einschlüssen ist die Hornblende überaus reich. Am häufigsten sind solche von unregelmäßig begrenzten Magnetitkörnchen. Von weiteren Mineralien wurden in ihr eingeschlossen gefunden: Feldspat, Augit, Glimmer, Apatit und Zirkon.

Der Zerfall der Hornblende führt durch das Zwischenstadium des Opazits zu den bekannten, von Esch genau untersuchten Neubildungen von Augit und Erz.

Daneben kommt auch eine Neubildung von Feldspat vor.

Esch[2]) sagt: „Die vereinzelte Bildung von Plagioklaskriställchen aus diesen Zersetzungsprodukten, welche ich, abweichend von Küchs Ansicht, hier tatsächlich aus der ehemaligen Hornblende ohne Hinzutreten von Bestandteilen des Magmas oder überhaupt der Mitwirkung desselben entstanden erkläre, ist wohl leicht durch einen kleinen Gehalt von Alkalien, den die ehemalige Hornblende hatte, verständlich".

Küch[3]) fand eine Neubildung dort, „wo die ursprünglichen äußeren Konturen der Hornblende mehr oder weniger verändert erscheinen, da wo die Kränze von Pyroxen und Magnetit in die umliegende Grundmasse förmlich verfließen".

In den von mir untersuchten Laven fand ich nur die letztere Neubildung bestätigt.

Ferner fand ich eine Neubildung von Tridymit, wie ich dieselbe in dem Gestein von Puluquiza, in den Cerros de Yaruquíes, bei der Mineralbeschreibung des Tridymits erörtert habe.

Zwei Ansichten, die sich gegenüberstehen, suchen diese Vorgänge durch einen Zerfall oder eine Resorption zu erklären.

---

[1]) Belowsky, M.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen West-Cordillere", Inaug.-Diss., Berlin 1892, p. 36 u. s. w. und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador I., p. 36 u. s. w.

[2]) Esch, E.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen Ost-Cordillere", Inaug.-Diss., Berlin 1896, p. 34 und in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador II, p. 34.

[3]) Küch, R. in: W. Reiss und A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Geologische Studien in der Republik Columbia I, Berlin 1892, p. 57.

Auf der einen Seite vertreten Zirkel,[1]) Lagorio,[2]) Rosenbusch[3]) und Belowsky[4]) die Ansicht, daß der Zerfall der Hornblende in erster Linie auf einer auflösenden, chemischen Einwirkung des Magmas beruht. Hierbei tritt der Unterschied in der Auffassung von Lagorio und Rosenbusch, wie die beeinflussende Tätigkeit des Magmas zustande kommt, in den Hintergrund.

Auf der anderen Seite stehen Küch[5]) und Esch[6]) auf dem Standpunkt, daß es sich bei diesen Vorgängen um einen allein durch Wärmewirkung hervorgerufenen Zerfall resp. um eine Dissoziation handelt, wobei die Grundmasse in keiner Weise Einfluß ausübt. Woher die Wärmequelle stammt, ist wiederum eine Frage für sich.

Zu einer Diskussion beider Theorien seien die zur Lösung des Problems zu berücksichtigenden Tatsachen kurz zusammengestellt.

I. Hornblende ohne Zerfallerscheinungen.

Grüne und braune Hornblende treten sowohl in den von mir untersuchten Gesteinen als in den in der Literatur beschriebenen auf, ohne daß sich in den unversehrten Kristallen Augit neugebildet hätte.

Die Konturen dieser Hornblende zeigen mitunter Ausbuchtungen, auch ohne daß sich irgendwie ein kaustischer Rand bemerkbar macht.[7])

In diesen Fällen ist also eine einfache auflösende Wirkung durch das Magma zu konstatieren, die nicht zu Mineralneubildung geführt hat, Auflösung und Zerfall sind von einander unabhängig.

II. Hornblende mit Zerfallerscheinungen.

Die Zerfallerscheinungen der Hornblende sind vorzugsweise von der braunen Modifikation bekannt.

Nach Esch[8]) kommen sie auch an der grünen vor.

Belowsky[9]) und mir sind sie nur an der braunen aufgefallen.

---

[1]) Zirkel, F.: Lehrbuch der Petrographie, 1894, II. 599.
[2]) Lagorio, A.: Mineralog. u. petrogr. Mitt. v. G. Tschermak, N. F. 1887, VIII, 421.
[3]) Rosenbusch, H.: Mikroskop. Physiographie, 1887, I, p. 583.
[4]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 45.
[5]) cf. Küch, R.: l. c. p. 58.
[6]) cf. Esch, E.: l. c. p. 35 u. s. w.
[7]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 46 u. Esch, l. c. p. 37.
[8]) cf. Esch, E.: l. c. p. 29.
[9]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 42.

Es fragt sich daher, ob die grüne Hornblende erst in die braune umgewandelt werden muß, ehe sie zerfallen kann, zumal da Belowsky[1]) nachgewiesen hat, daß die grüne infolge von Oxydation durch Wärme in die braune übergeht. Beide Arten kommen in ein und demselben Schliff vor.

Die Zerfallerscheinungen treten an Hornblendedurchschnitten mit ideal scharf begrenzten Umrissen auf. Die Umwandlungsprodukte füllen dann entweder den ganzen Kristall aus oder der Kern ist unversehrt und nur ein schmalerer oder breiterer Rand ist zerfallen. Hierbei läßt sich die Beobachtung machen, daß der Zerfall von außen nach innen fortschreitet. Küch[2]) berichtet von einem derartigen Kristall sogar als Einschluß in Feldspat.

Diese Tatsachen lassen sich nicht durch eine resorbierende Wirkung des Magmas ungezwungen erklären.

Die Zerfallerscheinungen treten aber auch an Kristallen auf, die randlich korrodiert sind.

Hier könnte eine Resorption vorliegen.

Als beweisführend für und gegen die beiden Theorien sind noch zwei Beobachtungen von Belowsky und Küch zu besprechen.

Belowsky[3]) schreibt: „Eine Schwierigkeit liegt bei der Annahme der Erklärung von Dr. Küch in der zonenweisen Ausscheidung des Erzes in der Hornblende vor. Es müßte dann die von außen in den Kristall eindringende Wärme den Kristall ganz allmählich umsetzen, und es ist nicht ohne weiteres ersichtlich, wie diese Wärme einzelne Zonen des Kristalls umsetzen und die dazwischen liegenden frei lassen konnte, wie dies ein Amphibol-Andesit in so überaus vortrefflicher Weise zeigt. Ebenso erscheint es danach unmöglich, daß der äußere Rand und der Kern opazitisiert sind, während die dazwischen liegende Zone vollständig frisch ist. Wohl kann man dies aber verstehen, wenn man die korrodierende Tätigkeit des Magmas als Ursache annimmt. Jede Zone bedeutet eine Unterbrechung im Wachstum des Kristalls. Dabei kann es nun vorkommen, daß ein solcher Kristall, nachdem er vom flüßigen Magma mit einem Opazitrand versehen war, an eine andere Stelle des Magmas gebracht wurde und dort weiter wuchs.“

Mir scheint diese Beobachtung weder für noch gegen eine der beiden Theorien zu sprechen. Denn ebensogut wie ein Wechsel in der auflösenden Wirkung des Magmas kann auch bei Wachstumsunterbrechung eine Schwankung in der Wärmewirkung ausgeübt worden sein.

---

[1]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 42.
[2]) cf. Küch, R.: l. c. p. 58.
[3]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 45.

Küch[1]) schreibt: „Ein besonderes Gewicht bin ich geneigt der Beobachtung beizulegen, wo der opazitische Rand an solchen Individuen gefunden wurde, welche von Grundmasse mit mikrofelsitischer Basis umgeben waren, wo sich frei davon die in Grundmasse mit glasiger Basis liegenden Kristalle erwiesen; wo dasselbe Individuum, welches z. T. in der fleckweise auftretenden mikrofelsitführenden, z. T. in der glasführenden Grundmasse steckte, innerhalb der ersteren opazitisch umrandet, innerhalb der letzteren frei von dem Rande war. Eine solche Beobachtung, die nicht vereinzelt, vielmehr in zahlreichen Gesteinen verschiedener Lokalitäten gemacht wurde, widerspricht geradezu einer stattgehabten chemischen Einwirkung des flüssigen Magmas. Wollen wir den Vorgang der glasigen und der mikrofelsitischen Verfestigung zeitlich überhaupt zu einander ordnen, d. h. wollen wir die beiden Vorgänge als nacheinander erfolgt ansehen, so hat die glasige Basis gewiß länger in dem flüssigen Zustande verharrt. Die mikrofelsitische Differenzierung ging der glasigen Erstarrung voraus. In diesem Falle würde bei Annahme einer chemisch korrodierenden Tätigkeit des Magmas diese Tätigkeit eine länger andauernde, also intensivere auf die Teile der Hornblendeindividuen gewesen sein, welche nunmehr in der festen Glasmasse stecken; das Phänomen müßte also grade umgekehrt sein, als es in der Wirklichkeit ist.“

Wenn Küch sagt, bei glasiger Grundmasse habe die Wärme länger einwirken können als bei mikrofelsitischer, die früher erstarrt ist, und darin einen Gegenbeweis für die chemische Einwirkung der Grundmasse und einen Beweis für die Wärmewirkung erblickt, so ist das sicherlich möglich und wahrscheinlich. Auf der anderen Seite wieder ist der Beweis noch nicht geliefert, daß die glasige Ausbildung und die mikrofelsitische Partie auch dieselbe chemische Zusammensetzung besitzt, und man könnte ebensogut annehmen, daß die Verschiedenheit der Einwirkung auf die verschiedene chemische Zusammensetzung zurückzuführen ist, zumal da mikrofelsitische Strukturen mehr bei sauren wie bei basischen Gesteinen aufzutreten pflegen.

Nun hat Esch[2]) auf experimentellem Wege nachgewiesen, daß ein Zerfall der Hornblende in Augit und Erz in indifferenter Umgebung lediglich durch Wärmewirkung erfolgen kann und damit wahrscheinlich gemacht, daß in all den Fällen, wo eine Einwirkung der Grundmasse auf die Hornblende nicht zu beobachten ist, die Wärmewirkung die einzige Ursache ist.

Nicht alle Tatsachen sind aber lediglich allein durch eine Wärmeeinwirkung erklärbar, so die Neubildung von Feldspat an den Angriffsstellen der Grundmasse und die von mir gefundene Neubildung von Tridymit in den Laven von Puluquiza.

[1]) cf. Küch, R.: l. c. p. 57.
[2]) cf. Esch, E.: l. c. p. 37.

In diesen Fällen liegen die Verhältnisse komplizierter, indem neben der Wärmewirkung auch noch eine lösende, resp. chemische Einwirkung der Grundmasse zu konstatieren ist. Die erste Ursache eines Zerfalls wird allerdings auch eine Wärmewirkung sein, aber die Grundmasse beteiligt sich chemisch mit an der Reaktion. Es ist das also ein Zerfall verbunden mit Resorption. Je nach der chemischen Zusammensetzung der Grundmasse wird in diesen Fällen der Gang des Zerfalles modifiziert.

Bemerkt sei hier noch, daß die Möglichkeit der von Esch angegebenen Neubildung von Feldspat aus einem geringen Alkaligehalt nicht bestritten werden soll.

Zu ähnlichen Resultaten führten schon die Spekulationen Lagorios[1]), nur nahm er die Wärmewirkung erst in zweiter Linie an, als eine Kraft, welche „die lösende Wirkung des noch geschmolzenen Anteils des Magmas erhöhen“ mußte.

Der Vorgang der Hornblendeumwandlung kann demnach ein einfacher Zerfall sein, durch Wärmewirkung bedingt, oder ein durch Wärme bedingter Zerfall kombiniert mit Resorption, d. h. mit chemischer Einwirkung der Grundmasse. Es hängt im letzteren Falle von der chemischen Zusammensetzung der Grundmasse ab, ob sich neben Augit und Erz noch Feldspat und Tridymit bilden kann.

Das Résumé aller Tatsachen ist also, daß eine Dissoziation im Sinne von Küch und Esch nicht in allen Fällen allein genügt, um die beobachteten Erscheinungen erklären zu können. Zu der Dissoziation kommt häufig eine Resorption, bei welcher die Grundmasse sich an der auf die Hornblende einwirkenden Wärmereaktion beteiligt. Die Wahrheit liegt auch hier in der Mitte, indem erst eine Verschmelzung der beiden extremen Theorien eine befriedigende Lösung des Problems ermöglicht.

Feldspat.

In den untersuchten Daciten, Andesiten und Basalten machen die Feldspate unter allen Einsprenglingen in bezug auf die Menge, mit der sie sich an der Zusammensetzung beteiligen, den Hauptbestandteil aus.

Abgesehen von der Grundmasse der Dacite, an deren Aufbau sich auch Orthoklas beteiligt und worauf ich bei der speziellen Beschreibung des Dacits näher eingehen werde, gehören die Feldspate ausnahmslos zur Reihe der Kalk-Natron-Feldspate.

Sie sind stets frisch, zuweilen weiß gefärbt, zuweilen glasig und durchsichtig. Zuweilen nehmen sie auch durch Eisenlösungen schmutziggelbe Töne an.

[1]) cf. Lagorio: l. c. p. 421 u. s. w.

Die Feldspate sind immer, sowohl in der Grundmasse, und zwar hier in Leisten- und Skelettform, wie als Einsprenglinge vorhanden. Die Größe der letzteren schwankt zwischen wenigen mm und 2 cm.

Makroskopisch konnten nur in zwei Fällen kristallographisch gut ausgebildete Flächen bestimmt werden. Es sind dieselben, die auch mikroskopisch wiederkehren: $M = \infty \mathrm{P} \breve{\infty}\,(010)$; $P = 0\mathrm{P}\,(001)$; $T = \infty\,'\mathrm{P}\,(110)$; $l = \infty \mathrm{P}'\,(110)$; $x = {}_{,}\mathrm{P}_{,}\,\overline{\infty}\,(101)$ und $y = 2\,{}_{,}\mathrm{P}_{,}\,\overline{\infty}\,(201)$.

Die Kristalle sind entweder tafelförmig nach M entwickelt, oder nach der $\breve{a}$-Achse gestreckt, seltener nach der $\dot{c}$-Achse.

Zonarstruktur in jeglicher Abwechselung zeigen alle Schliffe; zu den von Herz[1]) studierten Erscheinungen ist nichts Neues hinzuzufügen. Nur beiläufig sei erwähnt, daß normal die Acidität der einzelnen Zonen von innen nach außen fortzuschreiten pflegt.

Von Zwillingsgesetzen ist das Albitgesetz am gewöhnlichsten, häufig in Verbindung mit dem Periklingesetz. Auch das Karlsbadergesetz lag vor, unter anderem an einem Durchkreuzungszwilling, wie er von Young[2]) beschrieben wurde. Beide Individuen sind ungefähr parallel $\infty \mathrm{P} \breve{\infty}\,(010)$ getroffen, der Winkel der beiden Basisspaltspuren beträgt 134 °. Beide Individuen sind zonar gebaut. Der Unterschied der Auslöschungsschiefen der einzelnen Zonen gemessen zur Spaltspur der Basis ist sehr gering. Die Auslöschungsschiefen selbst schwanken um 0 °, entsprechen also einer Zusammensetzung des Feldspats von Andesin-Oligoklas—Oligoklas.

Andere Durchkreuzungen von Plagioklasleisten, die unter den verschiedensten Winkeln stattfinden, gestatten wegen der Unbestimmbarkeit der Schnittlagen nicht, auf bestimmte Zwillingsgesetze zu schließen. Eventuell zeigen die Stellen, an denen sich die Kristalle durchkreuzen, eine Art Felderteilung.

Chemische Einwirkungen des Magmas, wie ich sie u. a. in den Gesteinen von Yuracpata fand, wobei es zu der beim Tridymit geschilderten Neubildung kommt, sind nicht allzu häufig, die Einsprenglinge sind scharf begrenzt, hingegen machen sich mechanische Einflüsse, wie sie durch den Eruptionsakt bedingt sind, in vielen zertrümmerten Kristallen bemerkbar.

Von Einschlüssen kommen in größeren Mengen Erz, Grundmasse und Glas in Betracht. Die Glaseinschlüsse sind, dem Wachstum der Kristalle entsprechend, gern zonar angeordnet, sie sind aber auch in unregelmäßigen Anhäufungen vertreten. Bei der

---

[1]) Herz, R.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen West-Cordillere," Inaug. Diss. Berlin 1892, p. 31 und in: W. Reiss u. A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador I. Berlin 1892—96, p. 101.

[2]) cf. Young, A.: l. c. p. 198.

zonaren Anordnung der Glaseinschlüsse machte auch ich die Erfahrung, daß dieselben niemals den äußersten Rand einnehmen, denselben vielmehr freilassen. Schon Küch[1]) und Belowsky[2]) führen das Phänomen auf ein ruhigeres Wachstum zurück. Die Färbung des Glases entspricht derjenigen der Gesteinsbasis.

Geringere Mengen von Einschlüssen liefern Pyroxen und Hornblende, in ausgebildeten Kristallen wie in Fetzen, Apatit und Zirkon.

Auch im Schliff macht der Feldspat in der Regel einen frischen Eindruck. Umwandlungen durch Verwitterung in Kalkspat oder Kaolin gehören zu den Ausnahmen.

Die optische Untersuchung der Feldspate ergab, daß eine Gesteinsgliederung nach dem Säuregehalt der Feldspate nicht durchführbar war, vielmehr bestätigte sich im allgemeinen nur die Erfahrung, daß mit dem Säuregehalt des Gesteins auch der Feldspat saurer wurde, keinesfalls ist aber der Charakter des Feldspats in einem Handstück durchgängig gleich, Schwankungen in den Winkeln der Auslöschungsschiefen auf dem seitlichen Pinakoid um 15 ° und mehr in ein und demselben Schliff sind nichts Seltenes.

Zur optischen Untersuchung wurden am liebsten Schnitte $\| \infty P \overset{U}{\infty}$ (010) verwandt,[3]) die in reichlicher Anzahl vorhanden waren. Sie sind an dem vollständigen Fehlen der Albitlamellen und an den Spaltrissen nach 0 P (001) leicht erkenntlich und kaum zu verfehlen. In zweifelhaften Fällen wurden sie durch Messungen der Winkel von P = 0 P (001) zu $x = {}_{,}P_{,}\ \overline{\infty}$ ($\bar{1}01$) und $y = 2\,{}_{,}P_{,}\ \overline{\infty}$ (201) oder zu $T = \infty\,{}'P$ (110) und $l = \infty\,P'_{,}$ (110) gesichert.

Bei geeigneten Schnitten wurden auch die von Fouqué,[4]) Becke[5]) und C. Klein[6 u. 7]) angegebenen Methoden berücksichtigt:

Bei der von C. Klein stammenden Methode der Totalreflexion hatte die Halbkugel des benutzten Totalreflektometers einen Brechungsexponenten für Na-Licht = 1,7938. Als Immersionsflüssigkeit wurde Anisöl mit dem Brechungsexponenten = 1,57 verwandt.

Die von mir gefundenen größten Brechungsexponenten von 1,5587, 1,5509 und 1,5469, entsprechend den Maximalwerten 60 ° 20′, 59 ° 50′ und 59 ° 35′, weisen

[1]) cf. Küch, R.: l. c. p. 29.

[2]) cf. Belowsky, M.: l. c. p. 28.

[3]) Schuster, M.: „Über die optische Orientierung der Plagioklase". Tschermak's Mineralog.-petrogr. Mitt., N. F., 1881, III, p. 117.

[4]) Fouqué, F.: „Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques". Bulletin de la Société française de minéralogie, 1894, tome XVII, p. 283—611.

[5]) Becke, F.: „Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen senkrecht zu P und M". Tschermak's Mineralog.-petrogr. Mitt., N. F., 1899, XVIII, p. 556.

[6]) Klein, C.: „Über den Feldspat im Basalt von Hohenhagen bei Göttingen und seine Beziehungen zu dem Feldspat von Mte. Gibele auf der Insel Pantellaria". Nachr. d. Königl. Akad. d. Wissensch. u. d. G. A. Universität zu Göttingen, 1878, 14.

[7]) Klein, C.: „Optische Studien", I, Sitzungsber. Königl. Preuß. Akad. d. Wissensch., Berlin 1899.

auf Andesin bis Oligoklas und stimmen vorzüglich mit den durch die andern Wege ermittelten Resultaten überein.[1])

Nach der Schuster'schen Methode wurden auf $M = \infty P \breve{\infty}$ (010) alle möglichen Auslöschungsschiefen von ca. $-35° - +14°$ gemessen; in welchem Sinne dabei die Auslöschungsrichtung zur Basis liegt, läßt sich durch Messung der Winkel von $P = 0P$ (001) zu $x = {}_{'}P_{'}\infty$ (101) oder $y = 2\,{}_{'}P_{'}\bar{\infty}$ (201) leicht entscheiden. Die Werte entsprechen Feldspäten von der Zusammensetzung des Anorthit-Bytownits—Oligoklas-Albit. Feldspat von reiner Anorthitsubstanz scheint ebenso wie solcher von reiner Albitsubstanz nicht ausgebildet zu sein.

Pyroxen.

Nächst dem Feldspat ist der Pyroxen am reichlichsten in den Laven vertreten, in manchen Schliffen macht er ihm sogar den ersten Rang streitig; er fehlt nur in den typischen Glimmer-(Hornblende-)Daciten und in wenigen Hornblende-Andesiten. In den reinen Pyroxen-Andesiten ist er mit bloßem Auge in kleinen, nur wenige mm großen, dunkelgrünen Kristallen wahrnehmbar. In vielen anderen Gesteinen ist er aber erst mikroskopisch zu erkennen. Es zeigt sich alsdann, daß er in zwei Varietäten ausgebildet ist, als monokliner und rhombischer Augit.

Aus der Neigung des letzteren, bei Verwitterungserscheinungen Brauneisen abzusondern, wie aus seinem ganzen optischen Verhalten kann man wohl schließen, daß man es mit einem eisenreichen Pyroxen, einem Hypersthen, zu tun hat.

Beide Varietäten beteiligen sich in wechselnden Mengen an dem Aufbau der Gesteine, in der Regel herrscht Augit vor, jedoch wurden auch Ausnahmen konstatiert, in denen der Hypersthen den Augit überwiegt. Tritt der Augit gelegentlich als Einsprengling zurück, so ist er desto reichlicher in der Grundmasse vertreten. Auch Hypersthen erscheint in derselben, aber in geringeren Mengen.

Beide kommen als Einsprenglinge auch zusammen verwachsen vor, regellos und gesetzmäßig, Umkleidungen von Hypersthen mit einem Augitmantel sind häufig. Während die kristallographische Begrenzung des Hypersthens mehr einen langprismatischen Habitus mit den Formen: $\infty P \bar{\infty}$ (100), $\infty P \breve{\infty}$ (010) und ∞P (110) aufweist, zeigt der Augit eine mehr gedrungene Gestalt der Kristalle.

Die Spaltbarkeit nach dem Prisma ist immer gut ausgebildet und macht sich in Längsschnitten als feine, parallel verlaufende, geradlinige Risse bemerkbar, in Querschnitten $\perp$ zur c-Achse sind sie gröber und bilden annähernd einen rechten Winkel.

[1]) Die zu den Winkelwerten gehörigen Brechungsexponenten wurden neben Berechnung der Tabelle in: „C. Leiss, Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess, Leipzig 1899, p. 364 u. s. w." entnommen.

Beim Augit sind Zwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ (100) fast in jedem Schliff anzutreffen, dabei liegen die gleichgroßen Kristalle nach Art der entsprechenden Hornblendezwillinge unvermittelt nebeneinander, oder es sind eine oder mehrere Zwillingslamellen eingelagert.

Scheinbar willkürliche Durchkreuzungen kommen sowohl beim Augit als beim Hypersthen vor.

Beim monoklinen Augit ist eine Zonarstruktur nichts ungewöhnliches, aber auch hier ist, wie bei der Hornblende, die Anzahl der Zonen bei weitem geringer als beim Feldspat. Der Hypersthen läßt einen zonaren Bau vermissen.

Ab und zu wurde beim Augit auch eine Sanduhrstruktur angetroffen.

Die Interferenztöne sind für den Augit bedeutend höher als für den Hypersthen, bei dem sie nicht über schwachgelbe Farben hinausgehen.

Wenn auch der Pleochroismus beim Augit nur recht schwach ist, so ist er in vielen Fällen dennoch deutlich wahrnehmbar und variiert zwischen grünlichen und gelbrötlichen Tönen. Viel kräftiger ist er beim Hypersthen. Hier sind die Farben für Strahlen

| bc pol., bezw. ‖ a schwing. = farblos mit Stich ins Rötliche,
| ac „ „ ‖ b „ = farblos mit Stich ins Grünliche,
‖ ab „ „ ‖ c „ = Stich ins Grünliche.

An Einschlüssen ist der Pyroxen wohl noch reicher als der Feldspat. Während dort Glas die Hauptrolle spielte, tut dies hier Magnetit. In einzelnen kleineren oder größeren Kristallen oder zu Haufen angesammelt ist er vom Pyroxen umschlossen. Auch Grundmasse ist als Einschluß weit verbreitet. Von anderen eingeschlossenen Mineralien sind Feldspat, Hornblende und Apatit zu nennen.

Chemische Corrosionen wurden nicht festgestellt; mechanische Wirkungen bezeugen viele zerbrochene Kristalle.

Recht oft zeigen die Pyroxene auch eine randliche Färbung, die durch Eiseninfiltrationen entstanden ist. Dieselbe kann bis zum tiefsten Schwarz gehen, sie ist aber nicht mit dem opazitischen Rand der Hornblende zu verwechseln.

Von Umwandlungsprodukten kommen Chlorit, Serpentin und Opal in Frage. Die Serpentinisierung beginnt mit einer schmalen randlichen Zone und kann allmählich den ganzen Kristall ausfüllen; vereinzelte Partien des ursprünglichen Minerals und die Form der Durchschnitte lassen dann aber auf Pyroxen schließen, so daß eine Verwechselung mit Olivinpseudomorphosen ausgeschlossen ist. Das Gleiche gilt vom Opal.

Glimmer.

Der vorkommende Glimmer erweist sich, abgesehen von vereinzelten unbedeutenden sekundären Muscovitbildungen, nach seinem optischen Verhalten als ein Biotit.

In den vorliegenden Laven ist er verhältnismäßig spärlich vertreten, sein Vorkommen beschränkt sich auf die kieselsäurereichsten Gesteine, auf wenige Glimmer-Andesite und die Glimmer-Dacite.

Makroskopisch ist er in wohlausgebildeten sechsseitigen Säulchen von glänzender Färbung vorhanden. An Kristallformen hat er nur 0 P (001), P ($\bar{1}11$) und $\infty P \breve{\infty}$ (010).

U. d. M. zeigt er Leisten- oder Tafelform.

In vielen Fällen ist eine auffallende Ähnlichkeit mit Hornblende zu konstatieren. Schon die Farbe ist bald mehr grün, bald mehr braun, auch ist ab und zu eine kaustische Randzone bemerkbar, die aber bedeutend schwächer ausgebildet zu sein pflegt, wie bei der Hornblende. Vollständig umgewandelte Kristalle fehlen. Druckerscheinungen in Form von Biegungen und fleckiger Auslöschung sind häufig. Die Absorption ist stets stark, die Töne wechseln von dunkelbraun bis hellgelb. In Gesellschaft von Hornblende ist daher seine Erkennung oftmals nicht leicht.

Vereinzelte Individuen scheinen nach dem Tschermak'schen Gesetz verzwillingt und nach 0 P (001) verwachsen zu sein.

An Einschlüssen ist er arm; es sind von solchen Apatit, Zirkon, Feldspat und Erz zu nennen.

Olivin.

Dieses Mineral bildet einmal einen accessorischen Bestandteil in manchen basischen, hornblendefreien Andesiten, das andere Mal einen wesentlichen Bestandteil in den Basalten.

Mit unbewaffnetem Auge ist er nur vereinzelt in ölgrünen, kleineren Kristallen sichtbar.

Im Dünnschliff erscheinen die Kristalle mit wenig deutlicher kristallographischer Begrenzung, die vielfachen Abrundungen ergeben die typische Tönnchenform. Die Tönnchen sind zuweilen in Nestern zusammengelagert, so in einem Gestein vom Rio del Volcan, an der Vereinigung mit der Quebrada Sanchez-singuna (Sangay).

In frischem Zustande ist der Olivin vollkommen farblos, die Polarisationstöne zwischen gekreuzten Nicols sind noch höher wie beim Augit. In einigen Gesteinen erscheint er durch Abscheidung von Brauneisen, das sich zunächst auf den Spaltrissen absetzt, gelb bis braun gefärbt. Auch öftere Umwandlungen in Serpentin wurden gefunden. In der Regel fallen zwei Spaltbarkeiten auf, feinere parallele Risse nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) und gröbere Sprünge nach 0 P (001).

In einem Schliff von Quimbana in der Cordillera de Píllaro liegt ein schöner Durchkreuzungszwilling. Beide Individuen sind $\perp$ zur ersten Mittellinie getroffen und löschen orientiert aus. Die vertikalen Axen der verzwillingten Individuen bilden einen

Winkel von 61°. Zwillingsebene ist, da der Winkel für dieses Gesetz 60° 48' beträgt, $P \overset{v}{\infty}$ (011).[1])

Einbuchtungen, durch die Grundmasse hervorgerufen, gehören zu den Seltenheiten, u. a. zeigt das eine Individuum des obigen Zwillings eine Skelettform.

Einschlüsse sind von untergeordneter Bedeutung, höchstens kommt Erz in Betracht.

Apatit.

Der Apatit findet sich nur ausnahmsweise als Einsprengling, z. B. in einem Gestein vom Cerro Patarata unterhalb Alausí, hingegen ist er wohl in der Grundmasse der meisten Laven als feine, quergegliederte Nadeln vorhanden.

Die Einsprenglinge bilden, wofern sie nicht parallel 0 P (0001) getroffen sind, kurze, gedrungene Säulen durch die Flächen 0 P (0001), ∞ P (10$\bar{1}$0) und P (10$\bar{1}$1) begrenzt.

Zahlreiche braune, staubförmige Interpositionen dringen des öfteren auf den Spaltrissen nach ∞ P (1010) und 0 P (0001) ein und verleihen den Schnitten einen deutlichen Pleochroismus. Außerdem wurde aber in einem Vorkommen am Rio Pulugay, zwischen Azóguez und La Victoria, ein Apatit mit eigenem Pleochroismus angetroffen, und zwar waren die Töne, parallel der größeren Elastizitätsachse schwingend, goldgelb, parallel der kleineren schwingend, lichtbräunlich-gelb. Charakteristisch ist die Absorption $e > o$ im Gegensatz zu Turmalin. Als Einschluß in anderen Mineralien hat er seine größte Verbreitung im Feldspat, im Glimmer und in der Hornblende.

Zirkon.

Zirkon ist nur mikroskopisch als unwesentlicher Bestandteil der Grundmasse saurer Laven wahrnehmbar. Als Einsprengling oder in bedeutenderen Mengen ist er nicht bekannt, sondern stets klein und vereinzelt. Die Kristalle sind aber trotz ihrer Unscheinbarkeit kristallographisch außerordentlich scharf begrenzt durch: ∞ P (110), ∞ P ∞ (100), P (111), 3 P 3 (311).

Manche Durchschnitte sind von einem breiten Totalreflexionsrand umgeben.

Pleochroismus konnte in keinem Falle beobachtet werden.

Magnetit.

Das in den Schliffen vorhandene Erz ist in der Hauptmasse Magnetit. In den größeren Einsprenglingen hat er für gewöhnlich keine scharfen Begrenzungen. Im auf-

[1]) cf. Rosenbusch: Mikroskop. Physiogr. I. 1892, p. 571.

fallenden Licht zeigt er einen bläulich-schwarzen Metallglanz. Die kleinen Kriställchen der Grundmasse dagegen sind idiomorph in drei- und viereckigen Durchschnitten, die sich auf das Octaëder zurückführen lassen und nicht selten die bekannten zierlichen Wachstumserscheinungen bilden.

Neben Magnetit trifft man Eisenkies und Titaneisen an.

B. Gesteine.

Allgemeines.

Einzelne Laven aus den vorliegenden Gebieten waren bereits früher Gegenstand petrographischer Untersuchungen oder wissenschaftlicher Erörterungen.

Das Material, welches A. v. Humboldt, Siemiradski und Wagner von ihren Andenreisen mitbrachten, hatte dazu die Unterlage geliefert.

Die diesbezügliche Literatur stammt von Abich,[1]) A. v. Humboldt,[2]) Wagner,[3]) Artopé,[4]) G. v. Rath,[5]) Gümbel,[6]) Siemiradski[7]) und H. Rosenbusch.[8])

Da die heutigen Untersuchungsmethoden, sowohl die petrographischen wie die chemischen, gegen die älteren sich bedeutend vervollkommnet haben, auch die Anschauungen über die Stellung der einzelnen Gesteinsarten im System teilweise verändert sind, so war es notwendig, verschiedenes richtig zu stellen und zu ändern.

Besonders gilt dies bezüglich einiger Analysen, die dazu beitragen könnten, falsche Schlüsse in bezug auf die Acidität der einzelnen Gesteinsklassen herbeizuführen.

Die von mir untersuchten Gesteine gehören ohne Ausnahme zu der jungvulkanischen Reihe vom Glimmer-Dacit bis zum Feldspatbasalt.

Tuffe wurden wie bei den früheren Arbeiten über die Andengebiete zunächst nicht berücksichtigt; sicherlich wäre aber jetzt nach dem Abschluß jener Arbeiten ein

---

[1]) Abich: Über die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. 1841, p. 55 und 115.
[2]) v. Humboldt, A.: Kosmos IV, 1858, p. 462 u. s. w.
[3]) Wagner: Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika, 1870.
[4]) Artopé: Über augithaltige Trachyte der Anden, Inaug.-Diss. Göttingen 1872.
[5]) v. Rath, G.: Zeitschr. d. D. Geol. Ges. XXVII, 1875, p. 315: Der Andesit des Tunguragua.
[6]) Gümbel: Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. Königl. Bayr. Akad. d. Wissensch., 1881, p. 321 Nachträge zu den Mitteilungen über die Wassersteine u. s. w.
[7]) Siemiradski: N. Jahrb. f. M., G. u. P., 1886, Beil. Bd. IV, p. 195: Geolog. Reisenotizen aus Ecuador.
[8]) Rosenbusch, H.: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, 1877, p. 420.

zusammenfassender Rückblick über sämtliche Tuffe am Platz, da grade die Tuffe sowohl für das Alter der einzelnen Lavaströme, als auch für ihre wechselseitigen Beziehungen Aufschluß geben könnten.

Weitaus am meisten verbreitet sind Gesteine mit ausgesprochen porphyrischer Struktur, die auf der einen Seite von saureren Gesteinen mit trachytischem Habitus, auf der anderen von basischeren mit basaltischem Habitus begrenzt werden.

Von wesentlichen Komponenten, d. h. solchen, die für die Einreihung der Gesteine ins System bestimmend sind, kommen in Betracht: Feldspat, insbesondere Plagioklas, Pyroxen, Hornblende, Glimmer, Quarz und Olivin.

Wenn auch die einzelnen Gesteinsklassen in den Anden vielleicht noch mehr wie sonstwo in einander übergehen und Zwischenfacies von einer großen Mannigfaltigkeit bilden, so war es mir doch im großen und ganzen möglich, unter Berücksichtigung von Struktur, wesentlichen Bestandteilen und Kieselsäuregehalt einer verhältnismäßig einfachen Gliederung zu folgen.

Es lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

1.	Glimmer-(Hornblende-)Dacit	Struktur trachytisch bis 64 % SiO_2
2.	Glimmer-Andesit	
3.	(Quarz-)Hornblende-Andesit	Struktur andesitisch 64—53 % SiO_2
4.	Pyroxen-(Olivin-)Andesit	
5.	Feldspatbasalt	Struktur basaltisch von 53 % SiO_2 ab.

Die Kieselsäureangaben entsprechen dem Mittel sämtlicher in der Literatur vorhandenen Analysen von Gesteinen aus den Anden, die ich mir zu dem Zwecke zusammenstellte.

Speziell bei der Abgrenzung des Dacits bin ich zu denselben Resultaten gelangt wie Küch,[1]) der einen Kieselsäuregehalt von 63,50 % für den kieselsäurereichsten Andesit resp. kieselsäureärmsten Dacit in Anspruch nimmt.

Auch Esch[2]) sagt von einem Amphibol-Dacit mit 64,08 % SiO_2, daß Quarz erst bei genauerer Betrachtung zu erkennen sei, sodaß auch in diesem Falle das Gestein auf der äußersten Grenze stehen dürfte.

In den früheren Arbeiten von Küch bis Young sind zwischen die einzelnen Gruppen noch Übergangsglieder eingeschoben. Jedoch sind diese Autoren wohl alle darin einig, daß es nur ein Notbehelf war,

[1]) cf. Küch, R.: l. c. p. 172.
[2]) cf. Esch, E.: l. c. p. 57.

Schon Lagorio, G. v. Rath, Gümbel und Siemiradski hatten z. B. mit Bezug auf das wechselnde Vorkommen der Mengen von Pyroxen- resp. Hornblende-Andesiten eine Trennung der beiden für naturwidrig und deshalb untunlich gehalten.[1]) Wenn sie darin auch offenbar zu weit gegangen sind, denn es gibt in den Anden nachgewiesenermaßen reine Pyroxenandesitlaven und reine Hornblendeandesitlaven, die als selbständiges Ganzes figurieren, so ist andererseits sicherlich bei beiden eine große Neigung vorhanden, in einander überzugehen, sodaß es eventuell nicht zu entscheiden ist, ob man es mit einem Pyroxen führenden Hornblende-Andesit oder mit einem Hornblende führenden Pyroxen-Andesit zu tun hat. Struktur und Kieselsäuregehalt geben dann auch nur einen geringen oder gar keinen Anhalt. Die Struktur ist dieselbe und vom Kieselsäuregehalt läßt sich nur bestimmt sagen, daß die Hornblende den Kieselsäuregehalt nach oben hin beeinflußt, sodaß die Hornblende-Andesite mit accessorischem Quarz als die Verbindungsglieder zum Glimmer-Andesit und zum Dacit zu betrachten sind.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Übergängen vom Olivin führenden Pyroxen-Andesit zum Basalt.

Ganz abgesehen wird hierbei noch davon, daß eventuell zwei Schliffe von demselben Handstück ganz verschiedene Mengen von den fraglichen Mineralien liefern können.

Auf die genetischen Beziehungen zwischen Hornblende- und Pyroxen-Andesit brauche ich nicht näher einzugehen, da sich Esch[2]) darüber des weiteren ausgelassen hat.

Aus diesen Gründen habe ich es vorgezogen, die unsicheren Zwischenstufen nicht selbständig aufzuführen, sondern sie mit der einen oder anderen Hauptgruppe zu vereinigen. Es war das um so leichter, als in der Regel doch der eine der in Frage kommenden Bestandteile ausschlaggebend war.

Dacit.

Die Hauptrepräsentanten des Dacits haben ihre Heimat in der Quebrada de Punin in den Cerros de Yaruquíes; es sind Glimmer-Dacite.

In hellgrauer bis gelblicher Grundmasse, die körniges, trachytisches Gefüge hat und sich rauh anfühlt, liegen als wesentliche Bestandteile weißer, glasiger Feldspat, fettglänzender Quarz, bis 15 mm groß, gewöhnlich als Dihexaëder ausgebildet, und sechsseitige Biotitblättchen. Nur ab und zu stellt sich eine vereinsamte Hornblende ein.

---

[1]) cf. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie 1894, II, p. 817.

[2]) cf. Esch, E.: l. c. p. 38.

Der Feldspat ist ein Plagioklas und gehört dem Andesin-Oligoklas—Oligoklas-Albit an.

Ungefähr stimmen hiermit die Angaben von F. v. Wolff[1]) überein, der den Feldspat in den chilenischen Daciten als Andesin-Oligoklas—Oligoklas festlegte. Die Werte wurden seinerzeit von C. Klein[2]) nach der Methode der Totalreflexion nachgeprüft.

Für den Quarz ist wesentlich, daß er makroskopisch auf den ersten Blick wahrnehmbar und ursprünglich, d. h. aus dem Magma selbst ausgeschieden ist. Wenn auch das Magma korrodierend einwirkte, so lassen die Durchschnitte fast immer noch die Dihexaëderform erkennen, wie das ja auch in der Natur der Sache begründet ist.

Nie ist er mit einem Augitresorptionsrand umgeben.

Auch an dem Aufbau der Grundmasse nimmt der Quarz einen entscheidenden Anteil. Er wurde hier nach der von Becke[3]) angegebenen Färbemethode nachgewiesen. Zusammen mit Plagioklas und Orthoklas bildet er ein gekörneltes, fast holokristallines Gefüge, das teilweise sphärolithisch ausgebildet ist.

Schon Küch sagt p. 69: „Ein besonderes Interesse beansprucht die Teilnahme des Quarzes an der Zusammensetzung der Grundmasse vieler dacitischer Laven, denn Gesteine, bei welchen der Quarz nicht allein in porphyrischen Individuen, sondern auch als mikroskopischer Gemengteil der Grundmasse auftritt, müssen als der eigentliche Typus der Dacite gelten.“ Auch macht Küch schon auf die stets vorhandene Dihexaëderform aufmerksam.

Mikrofelsit und ein helles Glas treten zurück, desgleichen fein verteiltes Erz.

Den Orthoklas in der Grundmasse ließ der Kaligehalt der Analyse vermuten, abgesehen von den vielen Feldspatleistchen, die orientiert auslöschten, keine Albitlamellen zeigten und ein etwas geringeres Brechungsvermögen als die Plagioklase aufwiesen.[4]) Bei Behandlung der Grundmasse mit Flußsäure und Platinchlorid ergab sich ebenfalls eine Kalireaktion, die nur von Orthoklas herrühren konnte. Somit dürfte derselbe in der Grundmasse bestimmt nachgewiesen sein. Es ist aber auch keineswegs ausgeschlossen, daß er ebenfalls, wenn auch in bescheidenem Maße, als Einsprengling vorkommt. Indessen ließen sich die verdächtigen Schnitte nicht mit Sicherheit identifizieren.

Der Glimmer ist stets frisch und zuweilen infolge von Druck gebogen.

Als accessorische Mineralien machten sich Apatit und Zirkon bemerkbar, auch als Einschlüsse in Glimmer und Feldspat.

[1]) von Wolff, F.: „Beiträge zur Geologie und Petrographie Chiles u. s. w.“, Inaug.-Diss., Berlin 1899, p. 77.
[2]) Klein, C.: Optische Studien, I, Sitzungsber. d. Königl. Preuß. Akad. d. Wissensch., Berlin 1899.
[3]) cf. Becke: l. c. p. 257, resp. 385.
[4]) cf. Becke: l. c. p. 385.

Die von Herrn Dr. Lindner freundlichst ausgeführte Analyse des Dacits von eingangs erwähntem Fundpunkte ergab folgendes Resultat:

$Si O_2$	=	71,32
$Ti O_2$	=	0,35
$Al_2 O_3$	=	16,52
$Fe_2 O_3$	=	0,44
$Fe O$	=	0,36
$Mg O$	=	0,54
$Ca O$	=	2,50
$Na_2 O$	=	4,73
$K_2 O$	=	2,42
$P_2 O_5$	=	0,10
Geb. $H_2 O$	=	0,82
Summa	=	100,10

Das spezifische Gewicht wurde von mir zu 2,62 bei 20 ° C. ermittelt.

Bei einem Vergleiche mit den bisher aus den Anden bekannten Dacitvorkommen stellen sich so schwerwiegende Unterschiede heraus, daß die Vermutung sehr nahe liegt, daß man es in ihnen teilweise nicht mit echten Daciten zu tun hat.

Schon die Farbe wird bei ersteren als dunkelgrau, braun, ja schwarz angegeben, die Struktur als dicht oder porös. Helle Färbung und trachytischen Habitus haben nur wenige Fundpunkte. Den wesentlichsten Unterschied bildet aber die Art und Weise des Auftretens des Quarzes und der lediglich durch ihn bedingte hohe Kieselsäuregehalt.

Nichts von kleinen, undeutlichen Einsprenglingen, die sich nur wenig deutlich von ihrer Umgebung abheben, sondern schöne, klare, idiomorph begrenzte Kristalle, die nicht mit glasigem Feldspat zu verwechseln sind, kommen vor. Dazu die entscheidende Beteiligung am Aufbau der Grundmasse, durch die vor allen Dingen der hohe Kieselsäuregehalt resultiert.

Wenn es nach Rosenbusch sehr oft Andesite gibt mit einem so hohen Kieselsäuregehalt, daß er zur Ausscheidung von Quarz führen muß, so entspricht das für die Anden nur in beschränktem Maße und hat höchstens für die Übergangsglieder, also für den Quarz führenden Hornblende-Andesit und den Glimmer-Andesit, Gültigkeit. Beide spielen aber nur eine bescheidene Rolle. Von sämtlichen übrigen Pyroxenandesitanalysen, die in der Andenliteratur vorhanden, sind die beiden höchsten Kieselsäureangaben 66,06 % und 65,09 %. Da mir dieselben für Pyroxen-Andesite unverhältnismäßig hoch vor-

kamen, prüfte ich an den betreffenden Originalstücken, die Artopé und Abich zu ihren Untersuchungen gedient hatten und die im hiesigen Institut aufbewahrt werden, nach und fand, daß der Kieselsäuregehalt bei letzterem Gestein um $1^1/_2$ %, bei ersterem beinahe um 10 % fiel.

Das erste Gestein stammt vom Tunguragua und wurde von Artopé[1]) analysiert. Auffällig ist, daß sich die Artopé'sche Analyse so lange in der Literatur erhalten hat, obgleich von demselben Gestein noch eine Gümbel'sche[2]) Analyse vorhanden ist, die den Kieselsäuregehalt richtig angibt. Schon Bücking[3]) macht in seinem Referat auf den Widerspruch aufmerksam.

Das zweite Gestein wurde vom Chimborazo gesammelt. Klautzsch[4]) führt es als Pyroxen-Andesit auf, während es Abich,[5]) der es auch analysierte, als Hornblende führenden Pyroxen-Andesit bezeichnet.

Herr Dr. Lindner fertigte von beiden Gesteinen neue Analysen an. Die Resultate differieren wie folgt.

1. Gestein vom Tunguragua:

	Dr. Lindner		Artopé	Gümbel
SiO_2	= 56,23		66,060	56,50
TiO_2	= 0,48		—	—
Al_2O_3	= 15,25		15,643	15,06
Fe_2O_3	= 6,13	MnO = 0,714		13,52
FeO	= 3,60		3,900	
MgO	= 5,38		2,568	2,72
CaO	= 7,35		4,554	6,23
Na_2O	= 4,18		3,998	4,55
K_2O	= 1,50		2,356	1,35
H_2O	= 0,23		0,298	0,30
Summa	= 100,33		100,091	100,23

Das spez. Gew. bestimmte ich zu 2,77 bei 20° C.

---

[1]) cf. Artopé: l. c.

[2]) cf. Gümbel: l. c., p. 360.

[3]) Bücking: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1882, II, p. 59 der Referate.

[4]) Klautzsch, A.: „Die Gesteine der Ecuatorianischen West-Cordillere", Berlin 1898, p. 292 und in: W. Reiss u. A. Stübel, Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador I, 1892—1898, p. 292.

[5]) Abich, H.: Über die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen, Braunschweig 1841, p. 52.

2. Gestein vom Chimborazo:

	Dr. Lindner	Abich
SiO_2	63,73	65,09
TiO_2 =	2,48	—
Al_2O_3 =	17,17	15,58
Fe_2O_3 =	4,06	3,83
FeO =	0,61	1,73
MgO =	1,29	4,10
CaO =	2,65	2,61
Na_2O =	4,53	4,46
K_2O =	2,11	1,99
H_2O =	0,83	0,41 (+ Chlor)
Summa =	99,46	99,80
spez. Gew.		2,68

Das spezifische Gewicht fand ich zu 2,67 bei 20° C.

Demnach sind die älteren Analysen nicht mehr zu verwerten.

Zum Schluß noch ein Wort über den Kieselsäuregehalt von bisher beschriebenen Dacite. Es werden Werte angegeben, die bis auf ca. 55 % herunter gehen. Ich glaube kaum, daß man es hier mit einem Gestein zu tun hat, in dem der Quarz wesentlicher Bestandteil ist.

Außerdem kommt er noch in Gesellschaft von Olivin vor. In derartigen Fällen hat man den Quarz wohl als Fremdling vor sich. Zu dem Charakter des Gesteins steht er in keinerlei Beziehung und man wird ein Gestein wegen eines derartigen Quarzgehaltes niemals Dacit nennen können, sondern es als Quarz und Olivin führenden Andesit bezeichnen müssen.

Die typischsten aller bis jetzt aus den Anden vorliegenden Dacite sind in dem Vorkommen von Yaruquíes vertreten mit einem Kieselsäuregehalt von über 70 %.

Andesit.

I. Glimmer-Andesit.

Die bisherige Erfahrung, daß die Glimmer-Andesite in den Anden nur eine geringe Verbreitung haben, fand auch ich für das von mir untersuchte Gebiet bestätigt. Von den 500 Handstücken sind kaum ein Dutzend zum Glimmer-Andesit zu stellen.

Bis auf eine einzige Ausnahme weisen alle übrigen hierher gehörigen Laven eine helle Färbung auf. In dichter, bisweilen silifizierter Grundmasse treten die Einsprenglinge zurück, von denen nur Feldspat und Glimmer zu nennen sind. Augit und Hornblende fehlen wohl gänzlich.

Die Dimensionen des Feldspates gehen nicht über 5 mm hinaus. In einem Vorkommen aus der Quebrada Ulva b. Hacienda Ulvilla, zum Eruptionsgebiet des Tunguragua zählend, macht der Feldspat einen äußerst frischen mikrotinartigen Eindruck. Im übrigen ist er mehr trüb, auch durch Eisenlösungen gelblich gefärbt. Meist ist er tafelförmig nach $M = \infty P \overset{U}{\infty}$ (010) entwickelt.

Der Glimmer ist von braunglänzender Farbe, die kleinen Kristalle zeigen eine sechsseitige Umgrenzung.

U. d. M. erweisen sich die Feldspate als sauer, sie sind aus der Reihe des Andesin—Oligoklas. Viele Kristalle haben nahezu orientierte Auslöschung. Auffallend ist das Zurücktreten der Zonarstruktur. Auch sind sie frei von Einschlüssen. Die Einsprenglinge sind klein und wenig zahlreich.

Sanidin konnte mit Sicherheit nicht festgestellt werden.

Der Glimmer ist ein Biotit mit kleinem Achsenwinkel. Häufig ist er durch mechanische Ursachen gebogen, oder er zeigt sechsstrahlige Druckfiguren,[1]) z. B. in dem oben angeführten Gestein aus der Quebrada Ulva. Dagegen sind magmatische Korrosionen selten und beschränken sich auf die äußere Randzone.

Die Grundmasse ist ein graues, gekörneltes Glas mit Feldspatmikrolithen, des öfteren reichert sie sich zu einem mit Glas durchtränkten Mikrolithenfilz an.

Von anderen Grundmassenbestandteilen, die aber nur sporadisch auftreten, kommen Erz, Apatit und Zirkon in Betracht.

Das Erz kann in fein verteiltem Zustande in solchen Mengen am Aufbau der Grundmasse sich beteiligen, daß es eine Schwarzfärbung des Gesteins veranlaßt, wie es bei dem als einzige Ausnahme oben angeführten dunklen Handstück der Fall ist, welches sich im Schliff lediglich als eine besonders erzreiche Fazies erweist.

Apatit ist in einzelnen kleinen, z. T. bestäubten Kriställchen anwesend.

Zirkon macht sich mit scharfen Umgrenzungen bemerkbar.

Die Grundmasse beherbergt gelegentlich schichtartig angeordnete, langgezogene Gasporen, die noch deutlich eine Fluidalstruktur erkennen lassen.

Die Glimmer-Andesite stehen als die sauersten Glieder der eigentlichen Andesit-

[1]) Die Strahlen stehen auf den 6seitigen Begrenzungselementen senkrecht.

familie dem Dacit sehr nahe, dementsprechend ist auch ihr Kieselsäuregehalt beträchtlich. Ein aus der Quebrada Ulva stammendes Handstück lieferte 67,47 % SiO_2.

Ähnliche Resultate fand Young,[1]) der einen Glimmer-Andesit vom Nord-West-Fuß der Inca-loma, Fußgebirge des Cotopaxi, mit 69 % angibt.

Nach der basischen Seite hin vermitteln die Glimmer führenden Gesteine den Übergang zu den Hornblende-Andesiten.

II. Hornblende-Andesit.

Schon Küch[2]) ist der Ansicht, daß die Definition eines Hornblendeandesits nicht allein von der Menge der Hornblende, sondern auch von der Art ihres Auftretens abhängig sei.

Entsprechend dem Vorkommen des Pyroxens in der Grundmasse der Pyroxen-Andesite, verlangt er auch eine Teilnahme der Hornblende an der Zusammensetzung der Grundmasse in ausgesprochenen Hornblendeandesiten. Und mit Recht. Nur ist dabei zu berücksichtigen, daß, wenn man z. B. in einem reichlich Hornblende führenden Gestein keine oder nur wenig Hornblende in der Grundmasse findet, es sich dennoch um einen echten Hornblende-Andesit handeln kann und nicht etwa um einen Pyroxen-Andesit mit Hornblendegehalt, da die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß der dann sicher in der Grundmasse enthaltene Augit lediglich Resorptionsprodukte der Hornblende darstellt, also ursprünglich als Hornblende in der Grundmasse vorhanden war.

Aus derselben Ursache ist es auch von einem Hornblende-Andesit nicht unbedingt erforderlich, daß er vollkommen pyroxenfrei sei, wie das Küch[3]) glaubt. Außer dem Augit in der Grundmasse kann auch der als Einsprengling vorkommende Augit dem Zerfall der Hornblende sein Dasein verdanken.

Da es nicht immer möglich sein wird, bestimmt festzustellen, ob der Pyroxen von der Hornblende herrührt, oder ob er als solcher aus dem Magma selbst auskristallisiert ist, so war dies ein weiterer Grund für mich, die Zwischenstufen von Hornblende führendem Pyroxen-Andesit und Pyroxen führendem Hornblende-Andesit fallen zu lassen.

Bei den allgemeinen Betrachtungen, die ich den petrographischen Untersuchungen der Gesteinsklassen vorausschickte, habe ich bereits betont, daß außerdem bei Hornblende-Andesit und Pyroxen-Andesit eine große Neigung vorhanden ist, in einander überzugehen,

[1]) cf. Young: l. c., p. 273.
[2]) cf. Küch: l. c., p. 44 und 45.
[3]) cf. Küch: l. c., p. 48.

wie das ja auch von so nahe verwandten Gesteinen nicht anders erwartet werden kann. Auch aus diesem Grunde kann also ein Hornblende-Andesit recht wohl Pyroxen zeigen.

Wie der Hornblende-Andesit nach der basischeren Seite hin — denn auf solcher stehen die Pyroxen-Andesite trotz mancher Ausnahmen, wie wir weiter unten sehen werden — zahlreiche Übergangsstadien aufweist, so sind auch Übergänge nach der saureren Seite hin, zu den Glimmer-Andesiten, zu beobachten; allerdings bei weitem weniger zahlreich, da der Glimmer-Andesit überhaupt seltener ist.

Kommt vollends noch ein accessorischer Gehalt von ursprünglichem Quarz hinzu, so scheint auch die Verbindung mit dem Dacit hergestellt zu sein.

Mit diesen Quarz führenden Hornblende-Andesiten dürfen nach meiner Ansicht nicht die mehrfach aus den Anden beschriebenen Hornblendeandesitgesteine, die neben Quarz noch Olivin enthalten, verwechselt werden. Beim Quarz und Dacit habe ich nachzuweisen gesucht, daß es sich in diesen Fällen um Fremdlingsquarze handeln dürfte, die in keine Beziehung zu dem Charakter des Gesteins gebracht werden können.

Was nun den Kieselsäuregehalt der Hornblende-Andesite anbetrifft, so liegt die Grenze nach dem Dacit hin bei 64 %. Zum Pyroxen-Andesit hin ist eine scharfe Trennung unmöglich. Im großen und ganzen kann nur gesagt werden, daß die Hornblende-Andesite die saureren Typen repräsentieren, während die Pyroxen-Andesite mehr basisch sind. Dies ergibt sich aus den zahlreichen von Andesitgesteinen vorhandenen Analysen.

Jedoch kommen auch Pyroxengesteine vor, die einen höheren Kieselsäuregehalt haben, wie manche Hornblendeandesitgesteine. Dies beweist u. a. das oben angeführte, von Abich und Lindner analysierte Gestein vom Chimborazo, mit 63,73 % SiO_2, welches also beinahe die für den Hornblende-Andesit angegebene Grenze erreicht, während andererseits ein von Schwager[1]) analysierter Hornblende-Andesit von der Süd-Ost-Seite des Chimborazo bis auf 58 % SiO_2 heruntergeht.

Wie aus der Einleitung ersichtlich, haben die Hornblende-Andesite einen größeren Anteil an der Zusammensetzung der verschiedenen Vulkangebiete als die Glimmerandesite.

Die Einsprenglinge, Hornblende und Plagioklas, treten aus der meist hellgrauen, oft durch Verwitterung purpurn gefärbten Grundmasse deutlich hervor. Ausnahmsweise sind auch kleinere Augite, Quarze und Biotite makroskopisch sichtbar.

U. d. M. ist der Charakter der Feldspate sehr wechselnd. Es wurden Einsprenglinge mit Auslöschungsschiefen gemessen, die Mischungsgliedern vom Bytownit—Andesin-Oligoklas entsprechen.

[1]) cf. Gümbel: l. c. p. 340—342.

Die Hornblende zeigt alle die bei ihrer Mineralbeschreibung erwähnten Eigenschaften. Nur in wenigen Hornblende-Andesiten ist die Hornblende völlig unversehrt, ohne jegliche Resorptionserscheinungen, und zwar gilt dies hauptsächlich von der grünen Varietät. Als Beispiele mögen die Vorkommen am Rio Molobog, südlich des Azuay, Erwähnung finden. Derartige Laven sind aber, wie gesagt, nicht allzu häufig, vielmehr zeigen die Kristalle in der Regel die bekannten Zerfallerscheinungen.

Beim Augit ist es in vielen Fällen an dem ganzen Habitus: rundliche, formlose Aggregate, umschlossene Reste von Hornblende u. s. w., auf den ersten Blick zu erkennen, daß er aus Hornblende herrührt, in vielen Fällen ist es aber nicht zu entscheiden.

Quarz und Biotit zeigen keine besonderen Merkmale.

Die Grundmasse ist hyalopilitisch. Hornblende kommt neben Feldspat sowohl in idiomorph begrenzten Schnitten wie als Fetzen vor.

Bemerkenswert ist das Auftreten von Tridymit in bedeutenden Mengen.

Accessorisch sind Apatit und Zirkon gewöhnlich.

III. Pyroxen-Andesit.

Wie in den übrigen Andengebieten, so macht der Pyroxen-Andesit auch in den von mir behandelten den Hauptbestandteil aus.

Der größte Teil von den Handstücken zeigt eine ausgesprochen porphyrische Entwickelung von allen möglichen Färbungen, vom hellen Grau bis zum tiefen Schwarz. Daneben kommen sowohl dichte wie poröse Laven ohne merkliche Einsprenglinge vor.

Makroskopisch fallen Feldspat und Pyroxen auf. Von geringerer Bedeutung sind Hornblende und Olivin, die dann die Zwischenfazies zum Hornblende-Andesit, resp. zum Basalt herstellen. Quarz fehlt in reinen Pyroxen-Andesiten.

Während reine Hornblende-Andesite nicht an allzuviel Fundpunkten vertreten waren, sind reine Pyroxen-Andesite in allen Eruptionsgebieten zu finden. Ebenso zahlreich sind aber auch einerseits die Übergänge zum Hornblende-Andesit, andererseits zum Basalt.

Schon bei der Beschreibung des Hornblende-Andesits wurde hervorgehoben, daß eine scharfe Trennung des Hornblende-Andesits vom Pyroxen-Andesit nach dem Kieselsäuregehalt wegen der Häufigkeit der Übergänge nicht durchführbar ist. Im allgemeinen läßt sich aber wohl sagen, daß der Kieselsäuregehalt bei den Pyroxen-Andesiten zwischen 57—60 % schwankt.

In der Literatur ist bereits eine Analyse von einem reinen Pyroxen-Andesit aus den vorliegenden Gebieten vorhanden. Das Material dazu stammt von einem Handstück,

welches A. v. Humboldt vom Tunguragua mitbrachte. Die Analyse wurde von Artopé[1]) ausgeführt. Herr Dr. Boehm war so freundlich, dieselbe zu kontrollieren.

	Dr. Boehm	Artopé
$Si O_2$ =	57,25	58,353
$Al_2 O_3$ =	17,18	16,742
Fe O =	6,60	6,714
Mn O =	0,57	0,542
Mg O =	4,31	4,839
Ca O =	6,29	6,807
$Na_2 O$ =	4,71	4,686
$K_2 O$ =	2,75	1,184
$P_2 O_5$ =	0,25	——
$H_2 O$ =	0,59	0,310
Summa =	100,50	100,177
spez. Gew. =		2,746

Das spez. Gew. ermittelte ich zu 2,71 bei 20° C.

Abich[2]) hat dasselbe Gestein untersucht und gibt den $Si O_2$ gehalt mit 57,40 % an und das spez. Gew. zu 2,79.

Sicherer hingegen läßt sich die Abgrenzung des Pyroxen-Andesits nach der basischen Seite hin ziehen.

Die den reinen Pyroxen-Andesiten noch am nächsten stehenden Laven mit einem geringen Olivingehalt, der nur in vereinzelten, zerstreuten Einsprenglingen besteht, weisen einen prozentualen Kieselsäuregehalt von 55,82 % auf. Die Probe stammt aus der Quebrada Quincuyacu in der Cordillera de Cebadas. Je größer der Olivingehalt wird und dementsprechend kleiner der Kieselsäuregehalt, verschwinden die andesitischen Strukturen, das Gestein nimmt immer mehr und mehr den Basaltcharakter an. Man kann die Grenze vielleicht bei 53 % $Si O_2$ festlegen. Davon mehr beim Basalt selbst.

U. d. M. erweist sich der Feldspat in den reinen Pyroxen-Andesiten als basisch von der Zusammensetzung des Bytownit—Labrador. In den Hornblende führenden Varietäten kann er aber an Acidität bis zum Andesin-Oligoklas zunehmen. An Menge vertritt er die erste Stelle, er ist stets sowohl als Einsprengling, wie in der Grundmasse anwesend.

Von Mineralien der Pyroxengruppe kommen Augit und Hypersthen in gleicher

[1]) cf. Artopé: l. c.

[2]) cf. Abich: l. c. p. 115.

Weise in Betracht. Wenn auch der monokline Augit das Übergewicht zu haben pflegt, so ist eine Teilung in Augit-Andesit und Hypersthen-Andesit hier nicht angebracht, da die Mengenverhältnisse zu sehr dem Wechsel unterworfen sind. Am Aufbau der Grundmasse sind beide als Leistchen und Körnchen beteiligt.

Die Erscheinungsweisen von Hornblende und Olivin, die nur als Einsprenglinge, niemals als Bestandteile der Grundmasse zu beobachten sind, haben nichts Absonderliches.

Erz ist in größeren Partien wie in fein verteiltem Zustande eine ständige Erscheinung.

Tridymitnester haben nicht mehr die Bedeutung wie in den Hornblende-Andesiten, in denen sie unter Umständen einen wesentlichen Bestandteil der Grundmasse ausmachen konnten.

Apatitnadeln weisen die meisten Schliffe auf, Zirkon dagegen wird selten.

Die Grundmasse ist von einer großen Mannigfaltigkeit. In der Quantität ist sie den Einsprenglingen fast immer überlegen, seltener halten sich beide das Gleichgewicht. Bald sind die Einsprenglinge in größeren Kristallen scharf getrennt von der Grundmasse, bald gehen sie durch Abnehmen der Dimensionen allmählich in dieselbe über.

Wenn auch in bescheidenem Maße, so ist Glas doch immer zugegen und ergibt dann mit den Mikrolithen von Feldspat, Pyroxen und Erz eine pilotaxitische Ausbildung.

Vollkommen holokristalline Entwickelungen der Grundmasse sind kaum zu konstatieren gewesen.

Die häufigste Art der Ausbildung ist aber die hyalopilitische. In einem mehr oder weniger dunkelbraun gefärbten Glase liegen zahlreiche Mikrolithen.

Verdichten sich dieselben bis zu einem gleichmäßigen Gewirr, so geht aus der hyalopilitischen Ausbildung der glasgetränkte Mikrolithenfilz hervor.

Durch Zurücktreten der Mikrolithen wird das Glas zum Hauptfaktor und es entsteht die vitrophyrische Struktur.

Die Grundmasse ist zuweilen braun gefärbt, indem die in ihr enthaltenen Augitchen Verwitterungseinflüssen ausgesetzt gewesen sind und Brauneisen abgeschieden haben.

Von weiteren Zersetzungsprodukten sind Serpentin und Kalkspat zu nennen. Letzterer zeigt schön das Websky-Bertrand'sche Interferenzkreuz, z. B. in einem Vorkommen von der Rückwand von Pujin, in der Cordillera de Píllaro.

Basalt.

Begrenzt werden die Pyroxen-Andesite nach der basischen Seite von Gesteinen, die nach Struktur, Mineralbestandteilen und Kieselsäuregehalt als Olivin führende Feldspatbasalte zu bezeichnen sind.

In äußerst dichter, feinkristalliner Grundmasse sind Einsprenglinge nur schwer zu unterscheiden. Glänzende Schmitzen lassen sich erst bei genauerer Betrachtung als Feldspat deuten. Augit und Olivin sind nur spärlich in dunkelgrünen, beziehungsweise ölgrünen Individuen ausgebildet. Gelbe Fleckchen bestehen aus Serpentin und rühren von verwittertem Augit und Olivin her.

Den Kieselsäuregehalt eines Handstückes aus der Quebrada de la Chorera am Sangay fand ich zu 51,41 %, den eines anderen Handstücks vom Paso de Caseron auf dem Rücken der Loma, rechte Seite des Rio blanco, zu den Eruptionsmassen des Altar gehörig, zu 52,39 %.

Wenn die Grenze für den Kieselsäuregehalt der Basalte nach oben hin auf 53 % gelegt wurde, so geschieht das in Übereinstimmung mit früheren Autoren, so analysierte Young[1]) z. B. einen Basalt vom Rumiñahui, Südumwallung des Panango Hondon, zu 52,92 % SiO_2.

U. d. M. zeigt sich, daß der Feldspat im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Gesteinsklassen seine häufig tafelförmige Gestalt verliert und dafür in kurzen, gedrungenen Leisten auftritt, die deutliche Albitlamellierung und zonaren Aufbau erkennen lassen. Oft sind die Einsprenglinge durch Grundmasseneinschlüsse getrübt.

Der Feldspath ist ein basischer Plagioklas, von der Zusammensetzung des Bytownit—Labrador. An Menge überragt er die anderen Einsprenglinge um ein Beträchtliches.

Pyroxen ist in größeren, gut entwickelten Individuen sowohl als monokliner Augit, wie als Hypersthen auskristallisiert. Neben gelegentlichem zonaren Aufbau, wie in dem Handstück von der Quebrada de la Chorera (Sangay), bietet er keine bemerkenswerten Eigentümlichkeiten.

Olivin ist in schönen, frischen Kristallen vorhanden, in typischer Tönnchenform. Der Menge nach steht er dem Pyroxen in vielen Fällen gleich.

Erz ist nur in kleineren Körnchen auffindbar. Andere Mineralien sind nicht zugegen, auch nicht als Bestandteile der Grundmasse.

---

[1]) cf. Young, A.: l. c., p. 243.

Die Grundmasse selbst ist fast holokristallin zu nennen. Nur selten nimmt ein dunkelbraunes Glas einen größeren Raum ein.

Ist die Grundmasse fast holokristallin, so pflegt sie im wesentlichen aus Plagioklas, Pyroxen, Olivin und Erz zusammengesetzt zu sein. Die Plagioklase sind dickleistenförmig entwickelt und liegen divergentstrahlig angeordnet. Die Zwischenräume füllen in erster Linie Pyroxenkörnchen aus, dazu gesellt sich in wechselnden Mengen Olivin und Erz. Die Struktur ist demnach typisch diabasisch-körnig, dabei ist aber der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse meist deutlich sichtbar.

In den Fällen, wo braunes Glas eine größere Rolle in der Grundmasse spielt, wird die diabasisch-körnige Struktur natürlich weniger scharf ausgeprägt sein, es nähert sich dann der Typus mehr den vitrophyrischen Basalten.

Als Beispiel für die holokristalline Entwickelung kann das oben erwähnte Vorkommen vom Paso de Caseron gelten, für die vitrophyrische das Vorkommen aus der Quebrada de la Chorera.

Teilweise sind die Basalte weitgehend serpentinisiert, sodaß die Dünnschliffe wie mit einem Netz von Serpentinmaschen überzogen erscheinen.

Zusammenstellung der Resultate.

1. Der Zerfall der Hornblende erfolgt in der von Esch angegebenen Weise allein durch Wärmewirkung. Damit verbunden kann aber gleichzeitig eine Resorption der Hornblende stattfinden, bei der die Grundmasse sich an der Reaktion beteiligt. Es hängt von der chemischen Zusammensetzung der Grundmasse ab, ob neben Augit und Erz auch Feldspat und Tridymit als Neubildung hervorgehen kann.
2. Tridymit wird sich bilden, wenn die Grundmasse an Kieselsäure nahezu gesättigt ist.
3. Tridymit bildet sich auch bei der Resorption von Plagioklas in den Fällen, wo die Grundmasse noch fähig ist, Kalk aufzunehmen, aber die freiwerdende Kieselsäure nicht zu binden vermag.

4. In dem hier beschriebenen Gebiet und wohl auch in anderen Teilen der Anden lassen sich die Laven nach ihrem Kieselsäuregehalt, nach ihren wesentlichen Mineralbestandteilen und nach ihrer Struktur in folgende Abteilungen unterbringen.

1. Glimmer-(Hornblende-)Dacit	Struktur trachytisch	
2. Glimmer-Andesit	bis 64 % SiO_2	
3. (Quarz-)Hornblende-Andesit	Struktur andesitisch	
4. Pyroxen-(Olivin-)Andesit	64—53 % SiO_2	
5. Feldspatbasalt	Struktur basaltisch	
	von 53 % SiO_2 ab.	

5. Typische Dacite sind in den Anden verhältnismäßig spärlich vertreten. Ein echter Repräsentant ist das Vorkommen von Punin in den Cerros de Yaruquíes. Ein Teil der bisher beschriebenen Dacitgesteine sind keine echten Dacite, man bezeichnet sie besser als quarzführende Andesite. Der Quarzgehalt derselben dürfte vielfach exogener Natur sein.

C. Zusammenstellung der Fundpunkte.

Cordillera de Píllaro.

Glimmer-Andesit.

Rio Guapante.

No. 1987. Das hellgraue, zersetzte Handstück zeigt Einsprenglinge von Biotit und mikrotinartigem Plagioklas. Der Glimmer hat starken Pleochroismus. Kleine Zirkone mit sehr hohem Relief und außerordentlich starker Doppelbrechung sind teilweise idiomorph ausgebildet.

Die Grundmasse wirkt kaum auf das polarisierte Licht ein, ist fast gänzlich opalisiert und nur einzelne Partien zeigen gekörneltes Gefüge feldspatiger Natur. Stellenweise ist sie von Eisenhydroxyd durchtränkt. — Das Geröll wurde auf dem Wege von Latacunga nach Píllaro bei Taravita, 2702 m, gesammelt.

No. 1986. Ein weißer, flasriger Bimsstein mit spärlichen Biotitblättchen dürfte nur eine Varietät des vorigen Stückes sein. Die Grundmasse bildet ein farbloses Glas

mit schichtartig angeordneten, langgezogenen Gasporen, die noch deutlich eine Fluidalstruktur erkennen lassen. Einsprenglinge fehlen.

Hornblende-Andesit.

Rio Guapante.

No. 1988. Das bereits stark zersetzte Gestein hat ein bräunlich-gelbes Aussehen. Die regelmäßig verteilten Feldspate zeigen als Verwitterungsprodukt reichlich Kaolin. Hornblende ist nur spärlich vorhanden und meistens außen resorbiert. In der fast holokristallinen, durch Eisenhydroxyd gefärbten Grundmasse liegen zahlreiche kleine Nester von Tridymit. — Fundort wie bei No. 1987.

No. 1990. Hellgraues, fast schieferiges Geröll ebendaher. Einsprenglinge treten zurück; nur vereinzelte größere, lamellierte Plagioklase kommen vor; die Hornblende ist klein und total zersetzt. In der Grundmasse liegen stiefelknechtförmige Plagioklasskelette in farblosem Glas.

No. 1991. Die blaugraue dichte Lava führt makroskopisch vereinzelte mikrotinartige Feldspate und winzige Eisenkieskriställchen. In der hyalopilitischen Grundmasse zeigen sich reichlich Plagioklasleisten und kleine Augite, von denen ein Teil wegen ihrer orientierten Auslöschung zum Hypersthen gehört. Wohl nur eine Abart von No. 1990.

No. 1993. Dasselbe gilt von der durch Verwitterung äußerlich purpurn gefärbten Probe, deren Feldspatleisten im Schliff eine fluidale Anordnung aufweisen.

No. 1994. Ist etwas dichter und nicht verwittert, sondern hat die ursprüngliche graue Färbung.

Die vorstehenden Gesteine, am Rio Guapante gesammelt, sind wohl aus den älteren Tuffmassen des Cotopaxi durch den Rio Cutuchi angeschwemmt.[1])

Pyroxen-Andesit.

Rio Pulapuchan.

No. 1982. Auf dem Wege von Píllaro nach Ambato kommt eine schwarzgraue, blasige Lava vor. Als Einsprenglinge fallen auf: glasige, frische Plagioklase, dunkelgrüne Augite und buntangelaufene Kiese in kleinen Partikelchen. U. d. M. liegen in einem dunkelbraunen Glase || ă gestreckte Plagioklase, die reichlich Albitlamellierung haben. Augit und Hypersthen sind in größeren Einsprenglingen vorhanden. Ersterer mit hoher Doppelbrechung und großen Auslöschungsschiefen, letzterer mit niedriger Doppelbrechung

[1]) W. Reiss u. A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika, Das Hochgebirge der Republik Ecuador II, p. 70.

und schwachem Pleochroismus. Als Begrenzungsflächen treten beim Hypersthen auf: $\infty P \bar{\infty} (100)$, $\infty P \breve{\infty} (010)$, $\infty P (110)$; der Augit hat wenig deutliche Formen, ab und zu Zwillinge nach $\infty P \bar{\infty} (100)$. Beide Pyroxene sind gelegentlich verwachsen.

No. 1984. In derselben Gegend stößt man auf eine mächtige Lava von hellgrauer Farbe und dichtem Gefüge mit vereinzelten Blasenräumen; als Einsprenglinge sind bis 10 mm große Feldspate mit makroskopisch wahrnehmbarer Zwillingsstreifung bemerkenswert, ferner schwarzgrüne Augite. Im Schliff sieht man in einer größtenteils hyalopilitischen Grundmasse Plagioklasleisten, Pyroxenkörner und drei- bis viereckige Magnetitchen.

No. 1985. Auf dem Abstieg von Píllaro nach dem Rio Pulapuchan begegnet man einer schwarzen, schlackigen Lava von hakigem Bruch mit zahlreichen, mehrere mm großen Einsprenglingen von mikrotinartigem Feldspat. U. d. M. finden sich in einem dunkelbraunen Glase winzige Plagioklasmikrolithen, stellenweise mit Fluctualerscheinungen. Der Feldspat hat Lamellierung nach Albit- und Periklingesetz und Zonarstruktur; teils ist er $\parallel \breve{a}$ gestreckt, teils tafelförmig nach $M = \infty P \breve{\infty} (010)$ entwickelt. Pyroxen tritt zurück.

Rio Guapante.

No. 1989 und 1992. Zu Taravita, 2702 m, zwischen Latacunga und Píllaro, trifft man auf dunkelgraue dichte Gerölle mit kleineren und größeren Blasenräumen, die stellenweise mit sekundärer Substanz ausgefüllt sind. Die hellen Partikelchen brausen mit Salzsäure auf und sind Kalkspat, die rotbraunen, kugeligen, geben Eisenreaktion und dürften Eisenglanz sein. In der dunkelbraunen Glasgrundmasse des Schliffes bilden die Erzkörnchen niedliche Wachstumserscheinungen.

No. 1996. Ein leichtporöser, typischer Pyroxen-Andesit; die nach $\infty P \bar{\infty} (100)$ vorkommenden Augitzwillinge haben eingelagerte Zwillingslamellen. Fundort zwischen Guachahulla und Alto-Moscoso, 3557 m.

No. 1997. Das bei Quimbana in einer Höhe von 3699 m gesammelte Handstück ist ein Olivin führender Pyroxen-Andesit und von Interesse wegen des beim Olivin beschriebenen Zwillings nach $P \breve{\infty} (011)$, auch wurde Hypersthen mit Augitmantel gefunden. Makroskopisch ist es ein dichtes graues Geröll mit größeren Plagioklasen und kleinen Augiten.

No. 1998. Das Geröll stammt vom vorigen Fundpunkte. In dichter, schmutzig gelb-brauner Grundmasse liegen bis 15 mm lange und 5 mm breite Plagioklase mit deutlicher Albitlamellierung und kleinere, schwarze, säulenförmige Pyroxene. Die Grundmasse ist pilotaxitisch und besteht aus Feldspatleisten mit dazwischen geklemmten Augit- und Magnetitkörnchen.

No. 1999. Ein grau-braunes, stark poröses bis blasiges Geröll aus der Cocha Haluleo, 4110 m, zeigt weder makroskopisch noch im Dünnschliff besondere Einsprenglinge. In dem dunkelbraunen Glase der Grundmasse sind nur spärliche Plagioklasleisten anzutreffen.

No. 2000. Das vollständig dichte, fast schieferige Lavageröll aus derselben Gegend ist im ganzen grau-schwarz gefärbt, nur stellenweise durch Verwitterung rotbraun und läßt gleichfalls Einsprenglinge vermissen. Die Grundmasse ist meistens ein schlieriges Glas, in dem schlecht ausgebildete Tridymithaufen liegen.

No. 2001 und 2002. Die von Yuracpata, 4237 m, mitgebrachten gelblich-grauen, blasigen Gerölle sind höchst interessant wegen der in ihnen vorkommenden und bei dem Tridymit näher erörterten Neubildung von Tridymit aus Feldspat. Mikroskopisch setzen sie sich zu gleichen Teilen aus basischem Feldspat und Pyroxen zusammen; ersterer ist zonar gebaut und beherbergt reichlich ebenfalls zonar angeordnete Glaseinschlüsse. Der Hypersthen weist einen kräftigen Pleochroismus auf. Die Grundmasse ist körnig, Glas tritt zurück.

No. 2003. Von der Rückwand des Guagrahuazi-Tales liegt eine blaugraue, äußerst dichte Probe vor ohne merkliche Einsprenglinge. Auch im Dünnschliff fehlen dieselben; in der schwarzen vitrophyrischen Grundmasse sind nur wenig Plagioklasskelette anwesend. während Pyroxen überhaupt nicht zu beobachten ist.

No. 2004. Eine gelblichgraue, dichte, nur an einzelnen Stellen sehr zart poröse Lava, die auch nicht eine Spur von einem Einsprengling aufweist, bildet einen Gang zu Quilluturu in Höhe von 4290 m. Ihr Hauptbestandteil ist ein dunkelbraunes Glas, das nur ab und zu von einem feinen Feldspatleistchen oder Augitkörnchen unterbrochen wird.

No. 2005. Von diesem Gang ist ein obsidianartiges Salband vorhanden, welches nur aus einem schlierigen, gelbbraunen Glase besteht.

No. 2007. Am Abhang gegen Yanacocha wurde eine Breccie im Lavalager aufgefunden, die in der dichten, schwarzglänzenden Grundmasse zahllose kleine Plagioklasschmitzen aufweist. Gelegentlich bietet sich dem bloßen Auge auch ein kleiner, gelbgrüner Olivinkristall dar. Mikroskopisch umschließt der Plagioklas trübe, zonar angeordnete Glaseinschlüsse. Olivin kommt frisch nur vereinzelt vor, meist zersetzt zu Serpentinhaufen, die aber z. T. noch die typische Tönnchenform behalten haben. Der sekundär gebildete Kalkspat hat starke Doppelbrechung und zeigt das Websky-Bertrand'sche Interferenzkreuz. Der Rest ist ein schwarzes Glas mit Pyroxen.

No. 2008. Am Filo zwischen Yanacocha und Cruzsacha begegnet man einem grauen, porphyrisch ausgebildeten Gestein ohne besondere Merkmale. Die Feldspatleisten sind z. T. fluidal angeordnet, die Grundmasse selbst ist hyalopilitisch zu nennen.

No. 2009. Die Rückwand von Hondon de Yanacocha besteht aus einem blasigen, durch die Atmosphärilien stark angegriffenen Olivin führenden Andesit. Die vielfachen braunen Partien dürften in ihrer Hauptmenge von der Zersetzung des Olivin herrühren, der häufig noch aus erhaltenen Resten zu identifizieren ist. Zunächst verwandelt er sich in Serpentin und geht dann in Brauneisen über. Der Serpentin ist nicht selten in seiner Randzone radialfaserig aufgebaut. Frisch ist Olivin kaum anwesend.

No. 2010. Ein Gang, der die Rückwand von Pujin durchsetzt, scheint mit dem unter 2004 genannten Gang von Quilluturu ident zu sein, wenigstens spricht der ganze Habitus dafür.

No. 2014. Bei einer stark zersetzten, zelligen, grauen Lava von der Rückwand des Hondon de Pujin, westlich der Puerta de Jaramillo, ist makroskopisch die Menge Eisenkies auffallend. Vereinzelte Blasenräume sind mit sekundären Produkten angefüllt. U. d. M. macht sich in der vitrophyrischen Grundmasse serpentinisierter Olivin bemerkbar.

No. 2016. Beim Abstieg von Puerta de Jaramillo, Rückwand des Jaramillotales, stößt man in Höhe von 4000 m auf einen dichten, dunkelgrauen Andesit, dessen Grundmasse holokristallin entwickelt ist und gleichmäßig aus Feldspat, Augit und gröberen Magnetitkörnchen zusammengesetzt wird.

No. 2017. Nach Angabe des Sammlers sind die aus derselben Gegend stammenden braungefärbten Handstücke nur als eine Varietät aufzufassen, deren verschiedenartige Färbung auf Verwitterungseinflüssen beruht.

Quebrada Mullumullu.

Von der Quebrada Mullumullu lagen fünf Handstücke zur Untersuchung vor.

No. 2020. Ein dichtes, grauschwarzes Geröll, dessen Olivin sich zu Serpentin umwandelt.

No. 2021 und 2022. Sind ebenfalls Gerölle, aber fast gänzlich silificiert; indessen ist der Andesitcharakter noch deutlich erkennbar. Das erste Geröll, das im Schliff sekundären Chalcedon und Opal abgeschieden hat, macht einen breccienartigen Eindruck, während das zweite Geröll plattig erscheint.

No. 2023. Das dritte, graue Gestein besteht hauptsächlich aus Feldspat und graubraunem Glas. Pyroxen tritt zurück.

No. 2024. Die vorige Lava wird von einem Gang durchquert, dessen zahlreiche Blasenräume durch eisenhaltige Wasser gefärbt sind. Wie sich schon äußerlich eine geflossene Anordnung der Blasenräume geltend macht, so zeigen auch die Feldspatleisten der glasigen Grundmasse eine fluidale Anordnung. Zu dem spärlichen Pyroxen treten vereinzelt Hornblende und Tridymit.

Tunguragua.

Glimmer-Andesit.

Quebrada Ulva.

Aus dem reichen Material, welches Herr Geheimrat Reiss vom Tunguragua zusammentrug, gehören nur zwei Handstücke zum Glimmer-Andesit. Beide haben ihre Heimat in der Quebrada Ulva bei Hacienda Ulvilla, 1961 m.

No. 2823. Das erste Handstück kann als der typische Vertreter des Glimmer-Andesits gelten, wie er in den von mir untersuchten Gebieten auftritt. Aus dichter, grauer Grundmasse treten frische, glasglänzende Feldspate und sechsseitig gut ausgebildete Biotitblättchen hervor. Weitere Einsprenglinge sind nicht vorhanden. Auch unter dem Mikroskop sind die wesentlichen Bestandteile nur Feldspat und Glimmer. Zonarstruktur fehlt dem Feldspat. Dem Glimmer sind sechsstrahlige Druckfiguren eigen. Die Grundmasse ist ein heller glasgetränkter Mikrolithenfilz mit wenig resorbiertem Glimmer. Magnetit ist fein verteilt. Größere Körnchen umschließen gern bestäubte Apatitkriställchen.

Der Kieselsäuregehalt dieses Gesteins wurde von mir zu 67,47 % bestimmt.

No. 2018. Lediglich eine pechsteinartige Randfazies dürfte das zweite Handstück sein. Obgleich es schwarzglänzend ist und einen besonders frischen Eindruck macht, muß es nach dem mikroskopischen Befunde als dasselbe Gestein angesprochen werden. Es unterscheidet sich nur durch einen wesentlich höheren Erzgehalt, der auch die Dunkelfärbung hervorruft.

Hornblende-Andesit.

Rio Puela.

No. 2915. Vom Rio Puela unterhalb Tocche, 2504 m, wurde ein dichtes, dunkelglasiges Geröll mitgebracht, das Hornblendeeinsprenglinge bis 10 mm Länge enthält. Das Äußere der Lava ist verwittert. U. d. M. haben die Feldspate zonar angeordnete Glaseinschlüsse. Während das Innere des öftern vollkommen damit ausgefüllt wird, bleibt die Randzone stets von ihnen frei. Die in großen Mengen enthaltene Hornblende ist total resorbiert. Der Grundteig ist ein graubraunes Glas, besät mit Augit- und Erzkörnchen, die dem Zerfall der Hornblende ihre Existenz verdanken. Augit als Einsprengling fehlt.

No. 2920. Große Blöcke bei Pishquichaca, Cuesta de Tocche, 3300 m, haben Ähnlichkeit mit dem vorigen Vorkommen. Die Grundtönung ist allerdings mehr nach grau. Die Hornblende ist gleichfalls vollständig zerfallen und ist an Menge etwas

geringer. Dafür tritt vereinzelt Augit ein, der aus Hornblende entstanden ist. In der Grundmasse tafelförmiger Augit und Hypersthensäulchen mit zartem Pleochroismus.

Pyroxen-Andesit.

Quebrada Ulva.

No. 2816—17, 2819—22, 2824—26. Bei Ulvilla, 1961 m, spielen neben den oben erwähnten seltenen Glimmer-Andesiten typische, graue Pyroxen-Andesite die Hauptrolle. Einzelne rotbraun bis ziegelrot gefärbte Handstücke sind entweder stark verwittert oder ausgebrannt. Im übrigen zeigen sie keine weiteren Abnormitäten. Auffallend sind im Schliff No. 2824 die großen Pyroxene, darunter ein Durchkreuzungszwilling mit skelettartigen Umrissen, dessen Gesetzmäßigkeit aber wegen der Willkür der Schnittlage nicht ermittelt werden konnte. Andere Zwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ (100) haben eingelagerte Lamellen in Zwillingsstellung.

No. 2827. Etwas unterhalb Hacienda Punzan, 1800 m, steht auf der linken Seite der Quebrada Ulva, am Ostabhange der Loma Runtum, ein dichter, grau-schwarzer Andesit an. Der Hauptbestandteil der Grundmasse ist ein graues Glas mit winzigen Plagioklasmikrolithen.

No. 2829. Dick säulenförmig ist das Vorkommen einer Lava auf der linken Seite des Rio Ulva an den Abhängen gegen das Pastazatal, 1660 m. Die Plagioklase enthalten viel braunes Glas, daher auch makroskopisch ihr dunkelglänzendes Aussehen. Stellenweise hat das Gestein eine schmutzig-gelbe Verwitterungskruste.

No. 2830. Von Sta. Rosa, 2391 m, hat eine helle Probe ihren Ursprung. In der hyalopilitischen Grundmasse ist viel Augit und Erz anzutreffen. Der Augit fällt auch dem unbewaffneten Auge in vielen kleinen, schwarzen Säulchen auf.

No. 2832—34. Die drei Handstücke repräsentieren gelblich-graue Blöcke bei Poquios, 2007 m, am Camino del Salto. In der ganz dichten Grundmasse sind nur vereinzelte frische, glasige Plagioklase hervortretend. Der im Schliff vorhandene Pyroxen hat verhältnismäßig niedrige Interferenztöne, sowohl der rhombische wie der monokline. Ab und zu stellt sich auch ein Hornblendeeinsprengling ein. Entsprechend der hellen Färbung ist nur wenig fein verteiltes Erz gegenwärtig.

No. 2835. Dicht unter Pacchapata, 2140 m, anstehend ein grauer Andesit mit viel trübem Plagioklas und kleinen dunklen Augiten.

Rio Vatcun.

No. 2838—53. Eine ganze Reihe von Blöcken ist von den Felsen auf der

rechten Seite des Rio Vatcun bei Baños herabgestürzt. Sie dürften alle von ein und demselben Strom stammen und nur verschiedene Ausbildungsweisen darstellen.

No. 2838—39. Beides sind schwarzgraue, blasige Blöcke, deren Verwitterungskruste sekundäre Bildungen von Brauneisen und Kalkspat in sphärolithisch-kugeliger Gestalt tragen. Hypersthen wurde mit Augitmantel beobachtet. Der Charakter der I. Mittellinie des Hypersthen ist negativ.

No. 2840. Große Ähnlichkeit hiermit hat ein Handstück von Nahuazi, doch fehlen makroskopisch die Blasenräume mit den sekundären Erscheinungen. Im Schliff ist Kalkspat sekundär ausgeschieden und gibt das Websky-Bertrand'sche Interferenzkreuz. Accessorisch kommt Olivin hinzu.

No. 2841—53. Alles hellgraue bis purpurne Laven aus der Umgegend von Baños und Nuahazi. Die Grundmassen sind dicht und ohne bemerkenswerte Einsprenglinge. Porphyrische Strukturen gehören zu den Seltenheiten. Auch bei ihnen ist ein wechselnder Olivingehalt zu konstatieren.

No. 2854. Eine mehr glasige Ausbildung hat ein Block im oberen Tal des Rio Vatcun bei Chaupi, 2116 m, wohl ein Auswürfling. Das braune Glas der Grundmasse hat niedliche trichitische Entglasungsprodukte.

No. 2855. Anstehend an demselben Fundorte ist eine dichte, bedeutend augitreichere Lava.

No. 2856. Ausgesprochen porphyrisch entwickelt ist ein Gestein, welches in der Loma Pondoa chiquita, ca. 100 m über Baños, geschlagen wurde. Die dunkelgraue Grundmasse weist viele größere und kleinere Plagioklase und Augite auf. Unwesentlich ist ein geringer Olivingehalt.

No. 2857. Ebendort findet sich ein licht-rötliches, dichtes Gestein ohne merkliche Einsprenglinge. Es setzt sich aus einem braunen Glase und Feldspat zusammen. Augit ist nur in der Grundmasse vorhanden.

No. 2856a. Die Lava von der rechten Seite der neuen Pondoa Reventazon bei Poquios, ca. 2100 m, ist wieder von hellerem Aussehen. Die Feldspate sind sehr fein und gleichmäßig verteilt.

No. 2857a. Ein typisch porphyrischer Block auf der Pondoalava nahe Juivi chiquito wird ebenso wie die beiden folgenden von der Loma Pondoa grande herabgestürzt sein. Das Handstück hat einen blaugrauen Schimmer, der von der glasigen Grundmasse herrührt. Übersät ist es mit milchigen Feldspaten, die bis 10 mm groß werden.

No. 2858. Die in Höhe von 1907 m liegenden Felsmassen bei Hacienda Juivi chiquito gehören zu den basischeren Laven und führen dementsprechende Mengen von

Olivin. Der Plagioklas hat randliche Glaseinschlüsse, der Hypersthen kräftigen Pleochroismus. Ein Hypersthen ist von einem breiten Augitmantel vollständig umgeben. Das Gestein hat große Blasenräume.

No. 2859. In der dichteren Fazies spielt der Olivin eine noch größere Rolle auf Kosten des Augits. Die Grundmasse ist heller.

No. 2860. Eine Lapillischicht auf der Oberfläche der Pondoalava am Camino real, 1956 m, rührt von derselben Eruption her. In großblasigem Glase Einsprenglinge von kalkreichem Plagioklas, Olivin und Augit.

Kraterrand.

Vom Kraterrand des Tunguragua sind fünf Handstücke vorhanden, in den verschiedensten Ausbildungsweisen.

No. 2862. Die im NW. des Kraterrandes, 4894 m, anstehende Lava ist von einer braunen Verwitterungskruste bedeckt; die dichten Partien zeigen ein dichtes graues Gefüge. Im Schliff herrscht Glas vor. Neben Plagioklas und Augit erscheint Olivin.

No. 2864. Ausgebrannte, ziegelrote Schlacke vom Nordrande, 4796 m; der Hauptbestandteil ist ein großlöcheriges Glas mit Feldspat und Augit.

No. 2865—2866. An derselben Stelle anstehend ein dichtes dunkelgraues Gestein mit rauher Bruchfläche und vitrophyrischer Grundmasse; viel weißer Plagioklas.

Nr. 2867. Der ausgeworfene Block ist eine blasige Varietät.

Peña grande.

No. 2869. Von Peña grande, 4464 m, hat ein lichtbraunes Handstück seine Herkunft. Divergentstrahlig angeordnete Plagioklase wiegen vor; ferner Augitkörnchen und dazwischen geklemmt braunes Glas.

No. 2870. Olivin führend ist eine dünne, steilgeneigte Lava nahe dem Westen der Peña grande, ca. 4400 m; in der dichten grauen Grundmasse mikrotinartiger Plagioklas.

No. 2871. Derselbe Strom findet sich auch etwas östlicher, 4420 m; der Olivin ist auch makroskopisch sichtbar.

Nr. 2873. Die Bimssteinausbildung der Lava wurde in einer weißgrauen, dünnen Schicht, 4300 m, angetroffen. In der vollständig glasigen Grundmasse liegen verstreute Feldspate und Augite.

Arenal, Nord.

Vier Handstücke wurden vom Arenal aus der Höhe zwischen 4300—4800 m untersucht.

No. 2872. Dichtes graues Gestein, Olivin führend, enhält zahlreiche kleine Blasenräume.

No. 2874. Vollständig glasig ausgebildet; aus der kompakten Grundmasse leuchten glänzende Feldspate hervor.

No. 2875—76. Zwei Bombenstücke weisen eine geschmolzene Außenrinde und einen bimssteinartigen Kern auf. Im Schliff waltet Feldspat vor; Augitzwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ (100) mit Lamellen; gelegentlich resorbierte Hornblende.

Pastazalavastrom.

No. 2877—82. Vom Pastazalavastrom wurden in den verschiedensten Höhen Proben genommen, so am unteren Ende bei Hacienda Mapote, 1260 m, am Rio verde grande, 1485 m, bei Chorera de Agoyan, 1476 m und von Taravita de Guangalí, 1773 m.

Der mächtige Lavastrom, der den Grund des Glimmerschiefertales des Rio Pastaza bei Baños, 1787 m, ausfüllt, gehört ebenfalls dazu. Alles sind reine Pyroxen-Andesite, bei denen der Pyroxen mit unbewaffnetem Auge reichlich zu beobachten ist.

No. 2883. Die Lava der Pondoa Reventazon bei Alizo, 2287 m, Aufstieg vom Camino real de Baños nach Pondoa chiquita, ist mehr glasig ausgebildet.

No. 2884. In 1956 m Höhe ist der Strom etwas blasiger.

Lavastrom vom Jahre 1773.

No. 2885—90. Bei El Terremoto in der Nähe von Ninayacu, 1846 m, sind die Eruptionsmassen des Ausbruchs vom Jahre 1773 weit verbreitet. Belegstücke in den verschiedensten Färbungen sind vertreten. Alle zeichnen sich durch eine sehr dichte Grundmasse aus.

No. 2892. Als Fundort eines makroskopisch recht interessanten Stücks ist nur Tunguragua ohne genauere Bezeichnung angegeben. Das pechsteinartige Äußere ist mit sanidinartigen Feldspaten besetzt. Feine parallele Kontraktionsrisse, auf denen sich Steinsalz abgeschieden hat, durchziehen das Gestein in fächerförmiger Anordnung. Nach der mikroskopischen Untersuchung gehört es zu dem vorigen Strome.

No. 2893—2903. Auch am Camino real, 2053 m, ist derselbe Strom geflossen. Hier überwiegen aber ausgesprochen glasige, oder bimssteinartige Modifikationen. Als Seltenheit erscheint im Schliff Hornblende und Glimmer.

Rio Chambo.

No. 2904—10. In Höhe von 2055—2245 m trifft man am Rio Chambo dichte graue Laven an, die z. T. bedeutendere Mengen von makroskopischem Olivin führen. Wenn auch ihre Struktur u. d. M. noch rein andesitisch ausgebildet ist, so dürften sie wegen ihres hohen Olivingehalts bereits auf der Grenze zum Basalt stehen.

Rio Puela.

No. 2912—14, 2916—19. Im Flußgebiet des Rio Puela zwischen 2329 und 3619 m Höhe wechselt das äußere Ansehen der Gesteinsmassen in der mannigfachsten Weise, von der dichtesten glasigen Grundmasse ohne jeden Einsprengling bis zur typischsten Porphyrausbildung, bei der die Menge der Plagioklas- und Augiteinsprenglinge die Grundmasse überwiegt. Ebensogroß ist die Mannigfaltigkeit der Ausbildung der Gesteine im Dünnschliff. Neben fast holokrystallinem Grundteig kommt Glas in reichlichem Maße zur Geltung. Auch Zahl und Größe der Einsprenglinge differiert sehr. Da im Gebiet des Rio Puela auch reine Hornblende-Andesite nicht fremd sind, so ist auch das accessorische Auftreten von Hornblende nicht auffallend.

Arenal, Süd.

No. 2921—25. Zwischen 4090 m und dem Arenal, 4600 m, scheinen bimssteinartige Bomben und braune, schlackige Lapillischichten die Hauptvertreter zu sein. Neben wenig Plagioklas macht sich makroskopisch Olivin bemerkbar.

No. 2927—30. Erst oberhalb des Arenals an der Schneegrenze nehmen die Gesteine wieder den normalen andesitischen Charakter an. Es sind reine Pyroxen-Andesite mit hyalopilitischen Grundmassen.

In den Sammlungen des hiesigen mineralogisch-petrographischen Instituts befinden sich außer den von Herrn Geheimrat W. Reiss gesammelten Handstücken noch solche, die A. v. Humboldt vom Tunguragua mitbrachte, z. T. sind es dieselben, die den im allgemeinen Teil der Gesteinsbeschreibung erwähnten Untersuchungen von Abich, Artopé, G. v. Rath und Gümbel als Unterlage dienten. Die von einigen Gesteinen vorhanden gewesenen Analysen sind bereits bei der Gesteinsbeschreibung richtig gestellt worden, sodaß ich mich hier auf die petrographische Bestimmung beschränken kann. Da die meisten Proben ohne genauere Fundortsangabe sind, war eine Identifizierung der einzelnen Ströme unmöglich.

Das von Artopé als „schwarzes mit weißlichen Feldspatkristallen“ bezeichnete Handstück gehört zu jenen Bomben, wie sie etwa am Arenal vorkommen. Es ist von

basaltähnlichem Habitus und G. v. Rath hat recht, wenn er im Gegensatz zu Artopé und Rosenbusch[1]) einen Olivingehalt angibt. U. d. M. ist die Struktur ausgesprochen andesitisch, unregelmäßig verteilte Einsprenglinge von Feldspat, Augit und Olivin liegen in einer glasigen mit Mikrolithen angefüllten Grundmasse.

Ein zweites Handstück wurde zuerst von Abich untersucht, später von Artopé. In rotbrauner, porphyrartiger, rauher Grundmasse liegen viele weiße Plagioklase und schwarze Augite. Artopé schreibt in seiner Dissertation:

„Abich, welcher das Gestein früher untersuchte, behauptet, daß die Feldspate jedenfalls zwei verschiedenen Gattungen angehören, ohne indessen einen Grund für diese Behauptung anzugeben. Weder mit dem Lötrohr, noch in anderer Weise vermochte ich irgend einen Unterschied zwischen ihnen aufzufinden.

„Wie sie dem Auge erscheinen von gleich weißer Farbe und gleichem Glanze, so zeigt das Mikroskop im geschliffenen Plättchen an ihnen gleiche Gestalt, gleichen Grad von Durchsichtigkeit und gleiche Struktur. Auch im polarisierten Licht bieten sie ohne Ausnahme dieselbe Erscheinung; die verschiedenen Farben der Individuen, aus denen sie bestehen, lassen sie sämtlich als Zwillinge erkennen, sodaß ich keinen Grund finde, sie für zwei verschiedene Arten zu halten, vielmehr alles dafür spricht, daß sie ein trikliner Feldspat sind.

„Die Augitkristalle sind in geringerer Menge als der Feldspat vorhanden, sie sind kurz prismatisch und von grünlich schwarzer Farbe. Abich sagt a. a. O. „daß sie gleichsam verschlackte Massen, wahrscheinlich geschmolzener Augit“ seien. Auch diese Angabe kann ich nicht bestätigen, vielmehr zeigen die ziemlich großen Augite, besonders an der polierten Schlifffläche des Handstückes, scharf begrenzte Umrisse. In den dünnen Plättchen sind sie schwach durchscheinend.

„Weitere Bestandteile enthält dieses Gestein des Tunguragua nicht, insbesondere ist kein Magneteisenerz nachweisbar, weder durch die Lupe auf der polierten Fläche, noch in dem dünnen Plättchen durch das Mikroskop. Abich gibt an, daß das rote Gestein stark auf die Nadel wirkt, ich kann eine Ablenkung der Magnetnadel nicht beobachten und muß nach sorgfältiger Prüfung jene Angaben widerlegen.“

Meine mikroskopische Untersuchung ergab folgendes: Der Feldspat ist ein basischer Kalknatronfeldspat mit reichlicher Albitlamellierung, aber ohne Neigung zur Zonenbildung. Die Augiteinsprenglinge sind mit einem starken Rand von Brauneisen umgeben. Die Grundmasse ist glasig, enthält nur wenig Plagioklasmikrolithen und ist vollständig mit Eisenhydroxyd durchtränkt. Magnetit ist nur vereinzelt deutlich erkennbar, da das Hand-

[1]) Rosenbusch, H.: Physiographie der massigen Gesteine, 1877, p. 420.

stück aber auf die Magnetnadel einwirkt, so dürfte der Magnetit zum größten Teil durch Eisenhydroxyd verdeckt sein.

Zwei weitere rotbraun gefärbte Handstücke sind gänzlich silifiziert. Aber auch sie geben u. d. M. noch den Andesitcharakter zu erkennen.

Braune bis schwarze schlackige Auswürflinge bieten keine Absonderlichkeiten. Sie haben große Ähnlichkeit mit den Reiss'schen Schlackenblöcken von Minza chiquita am Arenal.

Den Schluß der A. v. Humboldt'schen Proben machen zwei deutlich porphyrisch ausgebildete Handstücke von grau-grünlicher Farbe. In dichter Grundmasse erscheinen tafel- und leistenförmige Plagioklase mit makroskopisch wahrnehmbarer Lamellierung. Auch im Dünnschliff bestehen die Einsprenglinge vornehmlich aus Feldspat. Augit tritt zurück. Die Grundmasse ist hyalopilitisch.

Altar.

Glimmer-Andesit.

Pasuasu.

No. 2939—41. Aus dem Gletscherschutt des Kratergletschers auf der West-Seite des Altar stammen drei Handstücke von rauhem, trachytischen Habitus. In der dichten, hellgrauen Grundmasse sind frische, bis 6 mm große Feldspate und kleine Biotitschüppchen eingebettet. U. d. M. sind die Plagioklase teilweise äußerst fein zonar aufgebaut, auch teilweise durch Verwitterung in sekundären Kalkspat umgewandelt. Der Biotit ist nur in wenigen frischen Einsprenglingen vertreten, die Hauptmenge ist total resorbiert. Die Grundmasse ist hyalopilitisch bis körnig und führt nur wenig Erz.

Pyroxen-Andesit.

Fußgebirge.

Über das Fußgebirge des Altar geben drei Vorkommen Aufschluß.

Nr. 2931. Nahe Penipe, auf dem Wege nach Puela, am Rio Chambo, West-Seite der Ost-Cordillere, findet man einen Bimsstein von schmutzig-grauer Farbe. Der Hauptbestandteil ist ein farbloses Glas mit zerstreuten Plagioklasen und Pyroxenen.

No. 2932. Bei Penipe selbst anstehend ist ein typischer Pyroxen-Andesit, an dessen makroskopischer Zusammensetzung schlecht begrenzte Feldspatpartien und schwarze Augite gleichmäßig beteiligt sind. Im Schliff gesellt sich dazu viel Erz und zurücktretend Glas.

No. 2933. Ein Lavageröll aus der Quebrada Taragua, 2561 m, hat in bescheidenem Maße Olivin, der auch in einzelnen Individuen mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbar ist. Die Grundmasse ist dem vorigen Gesteine sehr ähnlich.

Pasuasu.

No. 2936—37. Von den hohen Felsen auf der rechten Seite des Collanes-Tales herabgestürzt, lagern bei Pasuasu in 3900 m Höhe dichte, graue Blöcke mit weissen, kleinen Feldspateinsprenglingen. Es sind reine Pyroxen-Andesite mit hyalopilitischer Grundmasse.

No. 2942—43. Im Gletscherschutt, 3893—3978, begegnet man neben den oben erwähnten Glimmer-Andesiten auch Pyroxen-Andesiten von schmutzig-gelber bis schwarzgrauer Färbung und hakigem Bruch. Beide Handstücke machen einen unfrischen Eindruck. Bei dem einen sind die in großer Menge vorhandenen Feldspate durch Eiseninfiltrationen getrübt, bei dem andern haben sich in den vielfachen größeren und kleineren Blasenräumen kugelige Brauneisenpartikelchen und Nester von Kalkspat sekundär abgeschieden. Im Schliff des ersten Handstücks ist Pyroxen nur an der Grundmasse beteiligt, dagegen rührt der Serpentin, der den Schliff des zweiten Handstücks überwuchert, von reichlichen Pyroxeneinsprenglingen her.

Plazabamba-Kraterumwallung.

Die Fundorte der von der Kraterumwallung gesammelten Laven befinden sich in einer Höhe von 4400 m.

No. 2948—50. Die Innenabstürze der steilen Felsen der Nord-West-Umwallung bestehen aus schön porphyrisch ausgebildeten Andesiten, bei denen der Pyroxen nur eine bescheidene Rolle spielt. Sowohl die Einsprenglinge, wie die Mikrolithen der hyalopilitischen Grundmasse gehören dem Feldspat an.

No. 2951—59. Die Gesteine von der Nord-Umwallung des Kraterrandes haben eine weit größere Mannigfaltigkeit. Neben vitrophyrisch-blasigen Ausbildungen findet man ausgezeichnete Porphyrstrukturen wie vollständig dichte Varietäten. Auch die Farbe wechselt vom hellsten Grau bis zum Schwarz. Im Handstück No. 2955 fallen serpentinartige Pseudomorphosen nach Augit auf. Von mikroskopischen Bestandteilen sind außer Plagioklas und Pyroxen geringe Mengen von Olivin, sekundärem Quarz und Kalkspat zu nennen.

No. 2963. In einem Lavablock aus den Agglomeraten von Pungu de Yuibug, 4262 m, auf der S.S.W.-Seite des Altar, hat der Olivin wieder einen größeren Anteil an

der Zusammensetzung. Die Hauptmenge ist jedoch in Brauneisen umgewandelt, welches nur selten noch frische Reste umschließt.

Süd-Fuß.

No. 2964—66. Lavablöcke von den hohen Felsen bei Yanapaccha, am Nordende der Verde cocha, 3811 m, sind sowohl mit Rücksicht auf ihre makroskopische Entwickelung, wie auf ihre mikroskopische Ausbildung sehr verschieden.

Im ersten blasigen Block sind neben Feldspat außergewöhnlich große Pyroxene mit schwachem Pleochroismus bemerkenswert.

Im zweiten dichten, schwarzen Block von basaltähnlichem Habitus verschaffen sich nicht unbedeutende Mengen von Olivin Geltung. Die Grundmasse ist aber noch andesitisch.

Im dritten Block, der lagenförmige Absonderungen aufweist, ist der nur spärliche Augit vielleicht aus Hornblende entstanden. Unzersetzte Hornblende ist jedoch nicht mehr zu ermitteln.

Basalt.

Rio blanco.

Im Gebiete des Altar kommen auch Laven vor, die auf Grund ihres niedrigen Kieselsäuregehalts, ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihrer mikroskopischen Struktur den basaltischen Endgliedern zuzurechnen sind.

No. 2934. Ein typisches, säulenförmiges Vorkommen ist das vom Paso del Cazeron, 4150 m, auf dem Rücken der Loma, auf dem Wege von Releche nach Collanes, eine graue, feinkörnige Lava mit kugelförmigen Absonderungen. U. d. M. ergibt sich das Bild eines echten Basaltes mit leistenförmigem Plagioklas, in divergentstrahliger Anordnung, reichlichem Augitgehalt und größeren Olivineinsprenglingen.

Den Kieselsäuregehalt fand ich zu 52,39 %.

No. 2935. Eine ähnliche Lava durchsetzt als ca. 15 Fuß mächtiger Gang die dunklen Phyllitschiefer in der Nähe von Collanes.

Pasuasu.

No. 2944—45. Auch in dem Gletscherschutt bei Pasuasu, 3893—3978 m, ist der Basalt zu Hause. Das eine Handstück ist frisch und von stumpfer, grauschwarzer Farbe. In der dichten Grundmasse sind nur feine Feldspatschmitzen erkenntlich. Das andere Handstück ist stark zersetzt. Der Schliff ist durch beträchtliche Mengen von

Serpentin, der einesteils Pseudomorphosen nach Olivin bildet, dann aber zusammen mit Opal in konzentrischen Lagen Hohlräume erfüllt, schmutzig grün gefärbt. Die Struktur ist gleichfalls diabasisch-körnig, jedoch ist der Gegensatz von Einsprenglingen zur Grundmasse etwas ausgeprägter.

Cubillin.

Hornblende-Andesit.

Quebrada Ulpang.

No. 2984—86, 2988—90. Graue, purpurfarbene und schwarze Blöcke sowie Gerölle aus der Umgegend von Guaillabamba sind Vertreter des reinen Hornblende-Andesits. Die Hornblende ist in säulenförmigen, bis 5 mm langen, schwarzglänzenden Kristallen gut ausgebildet. Ab und zu ist auch ein Biotitblättchen sichtbar. Im Schliff kommen beide Varietäten der Hornblende vor, die grüne und die braune. Die erstere ist stets unzersetzt und zeigt keinerlei Resorptionserscheinungen, die letztere ist entweder randlich oder vollständig korrodiert. Auch in der hyalopilitischen Grundmasse sind Fetzen und Leisten von Hornblende vorhanden.

No. 2996. Ein Handstück von Tambillopungu, am Westende des Feldkammes von Cubillin, ist stark verwittert, jedoch die zahlreichen Hornblendekristalle haben ihren Glanz beibehalten. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

No. 2997—3004. Die Gesteine von der Mina del Cubillin sind wegen ihres mehr oder minder großen Schwefelgehaltes durch Fumarolentätigkeit zum größten Teil gänzlich zersetzt. Nur zwei Proben lassen noch eine deutliche Porphyrstruktur von Plagioklas- und Hornblendeeinsprenglingen in dichter, rötlicher Grundmasse erkennen. U. d. M. ist die Hornblende durchweg zerfallen, nicht einen einzigen frischen Durchschnitt trifft man an. Auch bei der Grundmasse machen sich die Verwitterungseinflüsse geltend. Accessorisch kommt Quarz vor.

Pyroxen-Andesit.

Rio Ulpang.

No. 2987, 2991—95. Die wenigen Pyroxen-Andesite sind als Übergangsglieder zum Hornblende-Andesit zu betrachten, denn außer dem zuweilen nicht zu übersehenden Hornblendegehalt dürfte auch der vorhandene Pyroxen teilweise aus Hornblende hervorgegangen sein. Im übrigen bieten die hellgrauen Laven nichts Absonderliches. In den Grundmassen findet man unregelmäßig begrenzte Tridymithaufen.

Cordillera de Alao.

Pyroxen-Andesit.

Pungalá.

An dem Aufbau der Cordillera de Alao ist hauptsächlich die Grundcordillere beteiligt. Jungvulkanische Eruptionsmassen liefern nur spärliches Material. Als Repräsentanten derselben liegen zwei Handstücke vor.

No. 2069. Ein dunkelgraues Lavageröll aus dem kleinen Bache dicht südlich von Pungalá erweist sich im Dünnschliff als ein reiner Pyroxen-Andesit. Der Feldspat ist sehr basisch, mit Schiefen bis zu 35° auf $M = \infty P \breve{\infty} (010)$, er kommt somit dem Anorthit recht nahe, dessen Schiefen auf $M = \infty P \breve{\infty} (010)$ gewöhnlich mit 36°—37° angegeben werden. Der Hypersthen hat nur schwachen Pleochroismus. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

No. 2071. Über dem Syenit bei Puente de Licto lagert in Höhe von 2800 m ein gelblich-grauer, leichtporöser Andesit, der sich schon mehr dem Hornblendetypus nähert. Vereinzelte Hornblendeeinsprenglinge sind vollkommen opazitisiert. Der Feldspat ist saurer, etwa vom Charakter des Labrador. Der Pleochroismus des Hypersthen ist kräftig zwischen gelblichen und grünlichen Tönen. Die feldspatreiche Grundmasse ist hyalopilitisch und enthält neben Augit- und Erzkörnchen solche Mengen von Tridymithaufen, daß dieselben in diesem Falle einen nicht unbedeutenden Bestandteil der Grundmasse ausmachen.

Cordillera de Cebadas.

Hornblende-Andesit.

Jchañag.

Bezüglich ihres Aufbaues liegen die Verhältnisse in der Cordillera de Cebadas ähnlich wie in der Cordillera de Alao. Nur wenige junge Laven konnten gesammelt werden. Unter diesen sind die Hornblende-Andesite vorherrschend.

No. 2715—16. Zwei hellgraue Blöcke sind von außerordentlich dichtem Gefüge, nur vereinzelt stellt sich ein Hornblendesäulchen ein. Auch unter dem Mikroskop fehlen größere Einsprenglinge. In der hyalopilitischen Grundmasse, die in der Hauptmenge als Mikrolithen Feldspat enthält, sind kleine zerfallene Hornblendepartien verteilt. Tridymit wurde nicht gefunden.

Pyroxen-Andesit.

Quebrada Quincuyacu.

No. 2718. Ein Lavastrom in der Quebrada Quincuyacu, 3273 m, West-Abhang der Cordillere, führt makroskopisch Olivin und grünen Augit, und zeigt auch mikroskopisch ein ganz anderes Aussehen. Das Gestein steht dem Basalttypus nahe. Die Einsprenglinge von Pyroxen und Olivin treten gern nesterweise zusammen. Die Grundmasse besteht aus schmalen Plagioklasleisten und Augitkörnchen, die Plagioklasleisten lassen jedoch eine divergentstrahlige Anordnung nicht ausgeprägt erkennen. Sie sind z. T. parallel gerichtet. Man wird die Grundmasse treffend als pilotaxitisch bezeichnen können, da Glas fehlt.

Im Einklang mit diesen Beobachtungen steht der Kieselsäuregehalt der Lava, der von mir zu 55,32 % ermittelt wurde.

Cerros de Yaruquíes.

Glimmer-Dacit.

Quebrada Agua Santa.

No. 3163. In den Tuffen der Quebrada Agua Santa kommt ein typischer Glimmer-Dacit vor, mit einem kleinen Hornblendegehalt. Makroskopisch ist er von etwas körnigerem Habitus wie die nachstehenden Vorkommen aus der Quebrada de Punin. Der mikroskopische Befund deckt sich aber mit jenen.

Quebrada de Punin. No. 3164—76.

Die größte Bedeutung gewinnen die Dacite erst in der Quebrada de Punin. Auch hier sind es Glimmer-Dacite mit einem gelegentlichen Hornblendegehalt, mit all den Eigenschaften und typischen Merkmalen, wie sie bei der Beschreibung der Gesteinsklassen aufgestellt wurden: rauhes, trachytisches Äußere, große Quarze und Plagioklase und gut begrenzte Biotitblättchen. Die Färbung ist vornehmlich weißgrau, rötliche Abarten sind durch Eiseninfiltrationen bedingt. Für den Feldspat wurden in verschiedenen Schliffen auf $M = \infty P \overset{\upsilon}{\infty}$ (010) folgende Auslöschungsschiefen gemessen: $-4°$; $-3°$; $-2°$; $0°$; $+2°$; $+7°$; $+8°$; $+10°$; $+14°$; Werte, welchen Feldspate von dem Charakter des Andesin-Oligoklas — Oligoklas-Albit entsprechen. Der Quarz erscheint in Dihexaëderform und ist vielfach ausgebuchtet. Der Glimmer ist z. T. durch Druck gebogen, die Hornblende resorbiert. Die Grundmasse ist gekörnelt, stellenweise sphärolithisch ausgebildet und besteht aus

Plagioklas, Quarz und Orthoklas. Mikrofelsit und Glas treten zurück. Accessorisch erscheinen Zirkon und Apatit. Tridymit wurde nie beobachtet. Von No. 3164 fertigte Herr Dr. Lindner die bei der speziellen Dacitbeschreibung aufgeführte Analyse an.

No. 2084. Einzelne Blöcke bei Capilla de Pulucate, 3337 m, stimmen mit dem Vorkommen aus der Quebrada Agua Santa überein.

Hornblende-Andesit.

Rio Chambo.

No. 2072—75. In den Tuffen von Puente de Licto, 2781 m, sind Hornblende-Andesitblöcke verbreitet, die einen nicht unbedeutenden Biotitgehalt haben. Schon dem bloßen Auge fallen neben den langgestreckten Hornblendekriställchen die Biotitblättchen auf. Sie sind aber immer in der Minderheit gegenüber der Hornblende, auch im Schliff. Die Blöcke machen mit rauhen, hellgrauen bis purpurnen Oberflächen einen dacitischen Eindruck, jedoch haben sie keine Spur von Quarz.

Rio Chibunga.

No. 2080. Von einem Block aus der Hacienda Pantús, 2611 m, ist es sehr zweifelhaft, ob er zum Eruptionsgebiet der Cerros de Yaruquíes gehört, wenigstens ist ein ähnliches Vorkommen eines Hornblende-Andesits von dort nicht bekannt. Das Handstück zeigt in sehr dichter, hellgrauer Grundmasse viel Hornblende, keinen Plagioklas. Im Dünnschliff ist die Hornblende total zerfallen. Außerdem treten größere Pyroxeneinsprenglinge auf.

No. 2095. Schmutzig-gelbe, teilweise zersetzte Lavablöcke in den Tuffen zwischen Columbe, 3142 m, und Coltacocha, 3254 m, führen die Hornblende nur in feinen Säulchen. Unter dem Mikroskop sind sie randlich korrodiert. Die Feldspatleisten der hyalopilitischen Grundmasse sind fluidal angeordnet.

No. 2096. Das Material zu den Bausteinen der Häuser in Riobamba vieja, 3207 m, soll eine Lava vom Cerro Miraflores hergeben. Denselben weißlich-grauen Andesit findet man aber auch auf einem in der Nähe gelegenen Hügel.

No. 2097. Der Fundort ist Cajapamba, in unmittelbarer Nähe von Riobamba vieja. Das Gestein setzt sich zum größten Teil aus Feldspat zusammen, die Mengen von opazitischer Hornblende sind nur gering.

No. 2099. Ein interessantes Handstück stammt vom rechten Ufer des Rio Chibunga bei Hacienda Lican, 2946 m. Die trachytische Oberfläche, welche weiße Plagioklase bis 15 mm Größe umschließt, ist vollgespickt mit winzigen Durchkreuzungs-Zwillingen und

-Drillingen von Tridymit. Meistens sitzen dieselben in kleinen Drusenräumen. Im Schliff bilden die Tridymitanhäufungen einen wesentlichen Bestandteil der Grundmasse.

No. 3160—62. Mehr oder weniger stark zersetzte Gerölle aus dem Rio Chibunga selbst bieten nichts Bemerkenswertes.

Paß Pardo, 3438 m, zwischen Yaruquíes und Coltacocha.

No. 3142. Am Paß nach Colta, genannt „Pardo", stößt man in 3438 m Höhe auf einen dichten, gelblichen Hornblende-Andesit, dessen Einsprenglinge einen unfrischen Eindruck machen. Hauptsächlich gilt dies von der Hornblende. Im Schliff erweisen sich jedoch die Umänderungen als nicht so bedeutend, meistens sind es nur randliche Corrosionen.

No. 3143. Ebenfalls starke Spuren von Verwitterung trägt ein Gestein vom Cerro Aychapú, 3400 m, hier ist die Hornblende aber ganz corrodiert. Die Grundmasse ist gekörnelt.

No. 3144. Die bei der Mineralbeschreibung erwähnten Neubildungen von Tridymit aus Hornblende wurden in einem Vorkommen beobachtet, das bei Puluquiza, 3200 m, wahrscheinlich anstehend ist. Von Einsprenglingen sind in der rauhen, trachytischen Grundmasse Plagioklas, Hornblende und Biotit makroskopisch wahrnehmbar. U. d. M. liegen in einer glasigen Grundmasse mit reichlich Feldspatmikrolithen Einsprenglinge von einem Kalknatronfeldspat, der in seiner Mischung etwa dem Andesin-Oligoklas — Oligoklas entspricht; auf Schnitten parallel $M = \infty P \breve{\infty}$ (010) schwanken die Auslöschungsschiefen um 0°; ferner trifft man Einsprenglinge von Hornblende und Biotit; accessorisch erscheint Quarz. Pyroxen ist, abgesehen von den Zerfallprodukten der Hornblende, nicht vorhanden. Das Gestein steht danach auf der Grenze von Hornblende-Andesit zum Dacit.

Die Tridymitneubildung aus Hornblende findet sich in den verschiedensten Stadien der Entwickelung der Umwandlung, von den Anfängen der Resorption bis zur vollständigen Ersetzung der Hornblende durch Tridymit. (cf. Fig. 2 u. 3 der Tafel.)

Cerro Chuyuj, 3759 m.

No. 3145. Das Gipfelgestein des Cerro Chuyuj ist ein hellgrauer, dichter Hornblende-Andesit. Einsprenglinge sind unbedeutend. Im Schliff ist die Hauptmenge Feldspat in tafelförmiger Ausbildung. Aus dem Zerfall der Hornblende sind einzelne größere Pyroxenkristalle hervorgegangen.

Quebrada Cocha.

No. 3146—47, 3149. In den Geröllen aus der Quebrada Cocha, nahe dem Ort

Cocha, ist die Hornblende in der Regel unversehrt. Daneben macht sich Pyroxen als primärer Bestandteil geltend. Die Hypersthene zeigen kräftigen Pleochroismus. Die Grundmasse hat viel Glas.

Quebrada Pucayacu.

No. 3150—54, 3158. Die bei Chalan gesammelten Gerölle sind von dichtem, hellgrauen bis lichtrötlichen Aussehen. Von Einsprenglingen sind nur kleine Hornblenden zu nennen. Im Dünnschliff ist neben reichlich Feldspat nur Hornblende, gewöhnlich in frischem Zustande, und verschwindend Glimmer vertreten, während Pyroxen fehlt.

Quebrada Punin.

No. 3155—57. Zu denselben Eruptionsmassen gehören sicherlich die Blöcke in der Umgegend von Punin. Sowohl makroskopisch wie mikroskopisch sind sie den Laven aus der Quebrada Pucayacu zum Verwechseln ähnlich.

Pyroxen-Andesit.

Rio Chambo.

No. 2077. Auf der linken Seite des Rio Chambo, bei Puente de Licto, 2781 m, lagern dunkelgraue, einsprenglingsfreie Blöcke. Das vorliegende Handstück von denselben hat einen größeren, milchigen Quarzeinschluß. Unter dem Mikroskop sieht man viel braunes Glas mit schmalen Plagioklasleisten. Größere Einsprenglinge von Plagioklas und Pyroxen sind nicht allzu häufig. Ein monokliner Augit zeigt schöne Sanduhrstruktur.

No. 2078. Eine ca. 100 Fuß mächtige, säulenförmige Lava am Fuße des (Tula-) Aula-bug zeigt mit den obigen Blöcken große Ähnlichkeit. Makroskopisch ist sie noch etwas dichter und mit winzigen hellgrünen Augiten übersät. Mikroskopisch ist die Lava von derselben Zusammensetzung, nur kommt ein geringer Olivingehalt hinzu.

Rio Guamote.

No. 2094. Ein typisch porphyrisch entwickelter Pyroxen-Andesit hat seine Heimat in den Tuffen zwischen Guamote und Columbe. Der reichliche und bis zu 10 mm große Feldspat ist frisch und glasglänzend. Auch die Pyroxene des Dünnschliffs sind groß entwickelt und teilweise kristallographisch begrenzt. Der monokline Augit hat nur schwachen Pleochroismus, dagegen der rhombische sehr deutlichen und zwar:

$\| \mathfrak{b}\,c$ pol., bezw. $\| a$ schwing. = farblos mit Stich ins Rötliche,
$\| a\,c$ pol., „ $\| \mathfrak{b}$ „ = farblos mit Stich ins Grünliche,
$\| a\,\mathfrak{b}$ pol, „ $\| c$ „ = Stich ins Grünliche.

Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

Rio Chibunga.

No. 2098. Auf dem Abstieg von Riobamba vieja, 3207 m, nach Rio Chibunga, 2946 m, trifft man auf einen ebenfalls porphyrischen Lavastrom, jedoch sind die Feldspateinsprenglinge bei weitem kleiner. Dazu gesellen sich aber unregelmäßig begrenzte Partien von schwarzem Augit. Im Schliff herrscht ein dunkles Glas vor.

No. 3159. Das dichte braune Geröll aus dem Flußbett des Rio Chibunga bei Riobamba ist ein vitrophyrischer Pyroxen-Andesit.

Quebrada Cocha.

No. 3148. Von einigem Interesse ist ein dunkelbraunes Geröll aus der Nähe von Cocha insofern, als es das einzige Handstück ist, in dem neben Olivin Hornblende auftritt. Dieselbe ist auf nesterweise Partien beschränkt, die aus einem innigen, körnigen Gemenge von Hornblende, Plagioklas und Augit bestehen und allem Anscheine nach einer älteren Ausscheidung angehören.

Sangay.

Hornblende-Andesit.

Rio del Volcan.

No. 2622—23. Am Nordfuß der Verde-urcu am Rio del Volcan gehören die Gebirgsmassen in Höhe von 3750 m zur Familie des Hornblende-Andesits. In dichter, hellgrauer Grundmasse erscheinen schlecht begrenzte, weiße Plagioklase und schwarze Hornblenden. Ausgebrannte Schlacken haben einen mehr rötlichen Grundton. U. d. M. ist die Hornblende mit Opaziträndern umgeben und z. T. zonar aufgebaut. Der spärliche Augit ist Zerfallprodukt der Hornblende. An der hyalopilitischen Grundmasse ist ein dunkelgraues Glas beteiligt.

Rio Paira.

No. 2679—81, 2749. In den Geröllen und anstehenden Laven am Puente de Suña, ca. 2650 m, auf dem linken Ufer des Rio Paira, ist der Zerfall der Hornblende

so weit fortgeschritten, daß ihre frühere Anwesenheit nur noch durch die Konturen der Resorptionshaufen verraten wird, während der Innenraum durch Augitsubstanz ersetzt ist. Größere Einsprenglinge von Plagioklas fehlen. Derselbe bildet aber den Hauptbestandteil der hyalopilitischen Grundmasse.

Pyroxen-Andesit.

Verde-urcu del Volcan.

No. 2616. Der West-Abhang des Nordendes der Verde-urcu-Cordillere setzt sich in mittlerer Höhe aus einem grauen Pyroxen-Andesit zusammen, der ziemliche Mengen opazitischer Hornblende enthält. Die Pyroxenkörnchen der Grundmasse sind auf den Hornblendezerfall zurückzuführen.

No. 2617. Ein Geröll aus dem Huazi-urcu ist ein Vertreter des typischen grauen Pyroxen-Andesits mit hyalopilitischer Grundmasse. Im Schliff zeigen sich die normalen Erscheinungen.

No. 2618—19. Dasselbe läßt sich von dem Gestein sagen, welches der Quebrada de la Chorera gegenüber am Rio del Volcan in 3676 m Höhe am Nordfuß von Verde-urcu ansteht.

No. 2620—21. Bei zwei Handstücken von der Vereinigung des Rio del Volcan mit der Quebrada Sanchez-singuna, 3700 m, fällt die Menge von makroskopischem schwarzen Augit und ölgrünen Olivin auf. Im Schliff sind beide zu gleichen Teilen vorhanden. Der Olivin hat in der Randzone und auf Sprüngen Brauneisen abgeschieden.

No. 2624—27. Von einer Anzahl von Geröllen aus dem Rio del Volcan ist es zweifelhaft, ob sie zur Verde-urcu-Formation oder zum Sangay selbst gehören. Abgesehen von dem steten Hornblendegehalt bieten sie nichts besonderes. Der Grundteig ist ein braunes Glas.

No. 2628. Ebenso zweifelhaft ist es, ob die bei Cujipaccha, 3587 m, anstehenden Laven zu den Eruptionsmassen des Sangay oder der Verde-urcu-Cordillere zu rechnen sind. Nach dem gelegentlichen Olivin- oder Hornblendegehalt läßt sich eine Entscheidung nicht treffen, da beide Mineralien in den Gebieten vorkommen.

No. 2629. Von ganz anderem Aussehen wie die beiden oben beschriebenen Handstücke von der Vereinigung des Rio del Volcan mit der Quebrada Sanchez-singuna ist ein drittes Geröll ebendaher. Die makroskopischen Einsprenglinge fehlen, im Schliff ist nur Pyroxen zugegen, kein Olivin. Die sehr dichte Grundmasse ist hellgrau gefärbt.

No. 2030—31. Graue bis braune Schlackenblöcke vom oberen Teil des Rio del

Volcan, 3750 m, sind vitrophyrisch ausgebildet. Den Hauptteil der Grundmasse macht ein braunes Glas aus. In geringem Maße sind die Blöcke Hornblende führend. In dem ersten Schliff ist ein Hornblendedurchschnitt zu beobachten, der in überaus anschaulicher Weise den Vorgang beim Hornblendezerfall demonstriert. Den innersten Kern von brauner Hornblende, die noch sehr schön die prismatische Spaltbarkeit erkennen läßt, umgibt eine noch nicht differenzierte Zone von Opazit, darauf folgt eine Zone von neugebildeten Feldspatleistchen und Magnetitkörnchen und schließlich eine Zone von neugebildetem Augit.

No. 2632—36. Etwas unterhalb Cujipaccha, 3700 m, gehen die bis zu 15 Fuß mächtigen Laven bereits zu den basischeren Endgliedern über. In manchen Schliffen ist der Pyroxen- und Olivingehalt so groß, daß er den Plagioklas bei weitem überragt, welcher dann nur als Grundmassenkomponente anwesend ist. Auch die Struktur nähert sich der basaltischen.

No. 2637—40. Wieder einen mehr vitrophyrischen Charakter nehmen die zwischen der unteren Grenze des Arenal, 3830 m, und dem Gletscherrand von Sanchez-singuna, 4308 m, anstehenden dunkleren Lavamassen an. In ihnen waltet ein dunkelbraunes Glas vor. Wenn auch der Feldspat als Einsprengling an Bedeutung gewinnt, so ist Pyroxen und Olivin auch hier noch reichlich vorhanden.

No. 2641. ca. 50 Fuß hohe Felsen, die in 4450 m Höhe aus dem Gletscher selbst aufragen, enthalten nur Einsprenglinge von Feldspat und Pyroxen in hyalopilitischer Grundmasse. Die Felsen sind von hellgrauer Farbe.

Quebrada de la Chorera.

No. 2642. Der Lavastrom, der den Rand des Wasserfalls an der Mündung der Quebrada de la Chorera in den Rio del Volcan, 3600 m, bildet, ist ein echter Pyroxen-Andesit ohne jede Abnormität.

No. 2644—45. Dasselbe läßt sich bezüglich der Laven und Schlacken sagen, die 100 m höher vorkommen.

No. 2648. Mächtige Felsen an dem kleinen Wasserfall unterhalb des neuen Lavastroms zeichnen sich durch einen geringen Gehalt an resorbierter Hornblende aus.

No. 2650—52. Auch eine 50 Fuß dicke, hellgraue Lavabank auf der linken Talseite, bei Beginn des Gletschers, umschließt zerfallene Mineralpartien, die wohl als ehemalige Hornblende zu deuten sind.

No. 2653—59. Ausgeworfene poröse Schlacken und kompakte Bomben, die teils vom Gletscherrand, 4197 m, und höher hinauf bis zu 4900 m gesammelt wurden, vermitteln mit ihrem beträchtlichen Olivingehalt den Übergang zu den basaltischen Laven.

Der Pyroxen, zumal der rhombische, ist gern mit einer feinen Zone von Brauneisen umgeben. Die Grundmasse ist ein dunkelbraunes Glas.

Rio Upano.

No. 2675—77. Aus dem Flußgebiet des Rio Upano, 908 m, auf der Ostseite des Sangay, stammen drei Gerölle, welche in ihrem äußeren Aussehen recht verschieden sind.

Das erste Geröll ist dunkelgrau und zellig. Mit bloßem Auge ist Olivin auffindbar. Im Schliff überwiegt ein schwarz-braunes Glas.

Das zweite ist hellgrau, ohne makroskopische Einsprenglinge. Im Schliff erscheint neben Plagioklas und Pyroxen zerfallene Hornblende. Die Grundmasse ist hyalopilitisch.

Das dritte zeigt eine zarte Porphyrstruktur. Ein mehrere Centimeter großer, grünlich-brauner Einschluß erweist sich u. d. M. als Augit. Die Grundmasse besteht aus einem glasgetränkten Mikrolithenfilz.

Basalt.

Quebrada de la Chorera.

Einige Vorkommen in der Quebrada de la Chorera müssen wegen ihres geringen Kieselsäuregehaltes zum Basalt gerechnet werden, und zwar sind es vitrophyrisch ausgebildete Varietäten.

No. 2646—47. Im unteren Teil der Quebrada, etwas über 3700 m hoch, trifft man leichtporöse bis zellige dunkle Laven anstehend, deren Olivingehalt im Schliff mit den Einsprenglingen von Plagioklas und Pyroxen wetteifert. Die Grundmasse ist glasig.

No. 2649. Dasselbe trifft bei dem neuen Lavastrom zu, der das Tal der Quebrada ausfüllt, 4197 m. Der Kieselsäuregehalt wurde von mir zu 51,41 % bestimmt.

Azuay und Cuenca-Mulde.

Hornblende-Dacit.

Rio Pumachaca.

No. 2111. Wenn auch nicht ganz so typisch ausgebildet wie die Glimmer-Dacite aus den Cerros de Yaruquíes, so erkennt man bei den Laven vom Rio Pumachaca aus der Umgegend von Palmira auf den ersten Blick, daß man es mit echten Daciten zu tun hat, und zwar, da die Hornblende den Glimmer überwiegt, mit Hornblende-Daciten. Die Grundmasse ist wieder die bekannte, hell und rauh. Von Einsprenglingen heben

sich von ihr vor allen Dingen bis 10 mm lange Hornblendesäulchen von glänzend brauner Farbe und fettglänzende, bis 5 mm große Quarzdihexaëder ab. In geringeren Mengen kommen Feldspat und Biotit hinzu. Im Dünnschliff ist die Hornblende vollständig unzersetzt und nur kleinere Schmitzen neigen zu Zerfall. Sie gehört durchweg der grünen Varietät an. Wie in den Yaruquíes-Daciten fehlt dem Plagioklas auch hier oft die Zonarstruktur. Seine chemische Zusammensetzung entspricht dem Andesin-Oligoklas — Oligoklas, die Auslöschungsschiefen schwanken auf $M = \infty P \overset{U}{\infty} (010)$ um 0°. Quarz und Biotit zeigen die normalen Erscheinungen. Die Grundmasse ist gekörnelt.

No. 2119. Zum Verwechseln ähnlich sind Blöcke bei Cuncunpamba.

Hornblende-Andesit.

Quebrada de Jula.

No. 2102. Ein dichtes hellgraues Geröll, ohne nähere Fundortangabe, mit größeren gelblichen Plagioklaseinsprenglingen, führt reichlich Hornblende in resorbiertem Zustande. Der vorhandene Pyroxen ist aus Hornblende entstanden. Tridymit sieht man in Nestern der hyalopilitischen Grundmasse.

Rio Chibu.

No. 2112. Ein schiefriger, dunkelgrauer Block, dessen dichte Grundmasse mit winzigen weißen Plagioklasen überstreut ist, liegt bei Puente de los Andes, 3046 m, auf dem Wege von Guamote nach Ticsan. Auch im Schliff sind die Einsprenglinge nur von kleineren Dimensionen. Die Hornblende zeigt kaustischen Rand.

No. 2114. An derselben Fundstelle findet man aber auch Blöcke von wesentlich anderem Habitus und anderer Mineralzusammensetzung. In einem weißlichen, trachytischen Handstück gesellen sich zu den feinen Hornblendesäulchen und zu dem tafelförmigen Feldspat als accessorische Bestandteile Glimmer und Quarz. Die Lava bildet somit ein Übergangsglied vom Hornblende-Andesit zum Glimmer-Andesit resp. zum Dacit. U. d. M. hat die Hornblende deutliche Spaltbarkeit und ist häufig zonar aufgebaut.

No. 2116. Große gelbliche Blöcke, welche bei Ingapamba, 3201 m, anstehen, lassen im Schliff nur reichliche Einsprenglinge von opazitischer Hornblende erkennen, Plagioklas fehlt als Einsprengling, dafür beteiligt er sich aber neben einem hellen Glas fast ausschließlich an dem Aufbau der Grundmasse, die eine fluidale Anordnung der Feldspatleisten aufweist. Obgleich ein Teil des accessorischen Pyroxens sicherlich aus dem Hornblendezerfall hervorgegangen ist, so beobachtet man jedoch vereinzelte größere Einsprenglinge von Augit mit idiomorpher Begrenzung, die ursprünglich sein dürften.

Rio Pumachaca.

No. 2125. Einen ausgesprochen trachytischen Eindruck macht wieder ein Lavablock unterhalb Ticsan auf dem Wege nach der Mina de Azufre. Besonders zahlreich auskristallisiert sind größere, weiße Plagioklase. Neben Hornblende tritt accessorisch Biotit auf, Quarz jedoch konnte mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Immerhin dürfte das Gestein zu den Übergangsgliedern nach dem Dacit hin gerechnet werden können.

Ticsan-Alausí.

No. 2138. Ein porphyrisch erstarrter Lavablock bei Ticsan viejo, auf dem Wege von Ticsan nach Alausí, hat nichts Bemerkenswertes; außer Hornblende wenig Pyroxen. Unregelmäßige Tridymithaufen liegen in der glasdurchtränkten Grundmasse.

No. 2139—40. Zwei Handstücke aus derselben Gegend sind von besonderem Interesse wegen ihres Quarzgehaltes. Als formlose, höchstens 1—2 mm große Partien liegt der Quarz, immer vereinzelt, in einer dunkleren, dichten Grundmasse. Von weiteren Einsprenglingen sind Plagioklas und Hornblende zu nennen. Bei der speziellen Beschreibung des Dacits habe ich hervorgehoben, weshalb Gesteine mit einem derartigen accessorischen Quarzgehalt nicht zum Dacit gehören, sondern besser als Quarz führende Andesite bezeichnet werden. Im Dünnschliff bildet der Quarz rundliche Butzen, die mit einer Augitaureole umgeben sind. Eine kristallographische Begrenzung ist nicht mehr nachweisbar. Ein derartiges Individuum ist nach dem bei der Mineralbeschreibung des Quarzes angegebenen Zwillingsgesetz nach P2 (11$\bar{2}$2) verzwillingt (cf. Fig. 1 der Tafel). Ein Hornblendeeinsprengling hat Sanduhrstruktur. Der Feldspat hat Andesincharakter, auf $M = \infty P \breve{\infty}$ (010) beträgt die Auslöschungsschiefe ungefähr — 12°.

Rio Súcus.

No. 2142. Ein hellgraues Gestein vom Cerro Patarata, unterhalb Alausí, auf der linken Seite des Rio Súcus, wurde beim Abstieg nach dem Rio Chanchan gesammelt. Es hat große Ähnlichkeit mit den Laven, die unterhalb Ticsan vorkommen, No. 2125, und dürfte ebenfalls zu den Übergangsgliedern nach dem Dacit hin zu zählen sein. Die Grundmasse ist holokristallin-körnig. Auffallend in derselben sind größere, nach der Basis getroffene Apatitkristalle.

No. 2143. In einem dichten grauen Vorkommen, mit einem Stich ins Rötliche, ist wieder ein geringer Quarzbestand zu konstatieren, der aber wohl sekundärer Natur sein dürfte. Der Quarz geht zuweilen mit Feldspat eine granophyrische Verwachsung ein. Der Feldspat ist der Hauptbestandteil, Hornblende tritt sehr zurück, Pyroxen fehlt gänzlich. Als Fundort wird die Gegend zwischen dem Fuß des Cerro Patarata und Rio Chanchan angegeben.

No. 2144. Bei einem anderen hellgrauen Felsen in derselben Gegend spielt die Hornblende, und zwar die grüne Varietät, wieder eine größere Rolle. Auch ein hellbraunes Glas kommt hinzu.

Chunchi-Cañar.

No. 2154—55. Zwei Lavablöcke bei Hacienda Chimbu-Guataxi, 1902 m, zeichnen sich durch bis 10 mm große Feldspate aus. Die Hornblende ist total zerfallen. Der Pyroxen dürfte zum größten Teil ein Zerfallprodukt der Hornblende sein. Die Grundmasse ist hyalopilitisch und mit äußerst feinen Erzkörnchen imprägniert.

No. 2156. In einem Lavageröll aus dem Rio Huabalcon, 1855 m, sind die Hornblendeeinsprenglinge ungewöhnlich starksäulig ausgebildet. Über $^1/_2$ cm dicke Kristalle sind keine Seltenheit. Im Schliff ist an manchen Querschnitten die Fläche $a = \infty P \overline{\infty}$ (100) angedeutet. Auch beherbergt die Hornblende des öftern kleine Apatitsäulchen. Das Gestein ist von schmutzig-gelber Farbe.

No. 2161. In einem Lavablock von Hato Shical, 3057 m, der stark verwittert ist, zeigt die Hornblende zonaren Aufbau.

No. 2163. Aus den Tuffen in der Loma Ovejería, zwischen Shical und Tambo, stammt ein verwittertes Gestein, das in ganz vereinzelten Einsprenglingen Quarz führt. Hornblende ist reichlich vertreten.

No. 2164. Der Hornblende-Andesit in den Tuffen der Loma zwischen dem Rio Lamai und dem Rio Guaillaganga, 3444 m, ist von mehr porphyrartigem Habitus. Von makroskopischen Einsprenglingen kommen hauptsächlich trübe, weiße Plagioklase in Betracht, weniger Hornblende. Im Schliff ist die Hornblende total zerfallen, als Einschluß ist bestäubter Apatit in ihr zu beobachten.

No. 2169. In den Lavablöcken aus den Tuffen zwischen El Tambo und Rio Molobog, 2833—2975 m, ist die Hornblende wieder besser erhalten und weist fast gar keine Zerfallerscheinungen auf. Der Feldspat ist durch randliche Grundmasseneinschlüsse stark getrübt. Pyroxen ist als ursprünglicher Bestandteil anwesend.

Incapirca-Paradones.

No. 2175. Das zum Bau des Incakastells verwandte Gestein umschließt größere Partien von Glimmerschiefer. Einsprenglinge sind in der dichten Grundmasse mit unbewaffnetem Auge nicht wahrnehmbar.

No. 2179. Unterhalb Volárumi, ca. 3800 m, steht ein schwarzer, porphyrischer Hornblende-Andesit an, der mit einer braunen Verwitterungskruste bedeckt ist. Von

Einsprenglingen kommt am meisten resorbierte Hornblende in Frage. Pyroxen fehlt. In der hyalopilitischen Grundmasse liegen viele Erzkörnchen und größere bestäubte Apatite.

Nr. 2181—82. In der mehr trachytisch aussehenden mächtigen Lava von Paradones, 4051 m, ist der Plagioklas wieder vorwaltend. Hornblende ist nur in kleinen Schmitzen sichtbar. Die Grundmasse ist pilotaxitisch, da Glas fast ganz zurücktritt.

Pucaloma.

No. 2184—85. Lavablöcke von hellgrauer bis rötlicher Farbe aus den Tuffen, die man beim Aufstieg von Espindola, 3947 m, nach Pucaloma, 4445 m, berührt, haben neben größeren weißen Plagioklaseinsprenglingen nichts Bemerkenswertes. Die Hornblende ist opazitisiert. Pyroxen fehlt. Die Grundmasse ist unfrisch und z. T. mit Eisenhydroxyd durchtränkt.

No. 2186—87. Die Lava, welche bei Pucaloma selbst ansteht, enthält etwas mehr Hornblende in frischem Zustande und ist wohl lediglich eine Varietät.

Quebrada Catral.

No. 2188. Beim Abstieg von Pucaloma nach Achupallas, auf der Nordseite des Azuay, begegnet man einem dichten, hellgrauen Hornblende-Andesit ohne Besonderheiten. Die Hornblende im Schliff ist zerfallen.

Nr. 2189. In den Tuffen der Quebrada Catral ist eine mehr körnige Fazies verbreitet mit hakigem Bruch. Die Hornblende hält an Menge dem Feldspat das Gleichgewicht. Die Grundmasse ist ein braunes Glas mit nur wenigen Plagioklasmikrolithen.

Rio Molobog.

No. 2193—96. Auf der linken Seite des Rio Molobog, am Paso de las Escaleras, sind die Laven in den Tuffen bei Cañar mit ausgezeichneter Porphyrstruktur entwickelt. In dichter, hellgrauer bis purpurbrauner Grundmasse sind schöne frische, über 10 mm große Plagioklase und ebenso große Hornblendesäulen auskristallisiert. U. d. M. ist die Hornblende frisch und in einzelnen Durchschnitten zonar gebaut. Den Grundteig bildet ein trübes helles Glas. Pyroxen ist nur in bescheidenen Quantitäten zu finden.

Rio Pulugay.

No. 2206. Zwischen den Sedimentgesteinen bei Rumi-urcu, oberhalb Chuquipata, 2405 m, am rechten Ufer des Rio Pulugay, scheinen die dort vorkommenden Hornblende-Andesite eine sehr wechselnde Struktur zu haben. Das erste Handstück ist vollständig

dicht, nur vereinzelte größere Feldspate sind in der gelblichen Grundmasse eingesprengt. Hornblende tritt makroskopisch und mikroskopisch zurück; vornehmlich beteiligt sich im Dünnschliff Plagioklas an der Zusammensetzung.

No. 2208. Ein zweites Handstück ist typisch porphyrisch entwickelt. Die Plagioklastafeln und Hornblendesäulen erreichen eine Größe von über 10 mm. Auch im Schliff sind beide Mineralien gleichmäßig vertreten. Die Hornblende läßt dabei in ein und demselben Kristall Übergangsstadien von der grünen Varietät in die braune erkennen. Interessant ist das Handstück außerdem noch wegen des pleochroitischen Apatits. Die Absorptionsfarben schwanken zwischen goldgelben und lichtbräunlichgelben Tönen. Merkwürdigerweise sind nur die Randzonen pleochroitisch, während der Kern weiß gefärbt ist. Die Grundmasse ist in der Hauptmenge ein braunes Glas.

Rio Guacarcuchu.

No. 2213—15. Hellgefärbte Gerölle von der linken Seite des Rio Guacarcuchu, bei Choellopamba, bieten die für Hornblende-Andesite gewöhnlichen Erscheinungen. Die Hornblende ist teils frisch, teils zersetzt. Die Grundmasse erweist sich als hyalopilitisch.

Rio Biblian.

No. 2217—18. Zwei gänzlich verschiedene Proben wurden aus der Gegend von Biblian mitgebracht, 2639 m. Im ersten Handstück liegen in trachytisch-rauher Grundmasse zu gleichen Teilen Feldspate und Hornblenden. U. d. M. ist die Hornblende frisch, die Grundmasse hyalopilitisch.

Beim zweiten Handstück liegen in rotbrauner, glasiger Grundmasse nur reichliche Mengen von einem mikrotinartigen Feldspat. U. d. M. ist die Hornblende resorbiert, die Grundmasse ein gekörneltes Glas.

Quebrada Sidcay.

No. 2223. Ein hellgraues Geröll nahe der Mündung der Quebrada Sidcay in den Rio de Cuenca, ca. 2500 m, ist über und über mit schwarzglänzenden Hornblendekriställchen von 3—4 mm Größe übersät. Plagioklas tritt als Einsprengling nicht hervor. Im Schliff sind beide Mineralien in denselben Mengen vertreten. Die Hornblende ist randlich korrodiert. Die Pyroxene der Grundmasse rühren vom Hornblendezerfall her.

Pyroxen-Andesit.

Quebrada de Jula.

No. 2110. Auf dem Wege von Jula nach Palmira in der Guamaní-loma, 3907 m,

haben die Gesteine reinen Pyroxen-Andesitcharakter. Der Hypersthen hat nicht allzu kräftigen Pleochroismus. Nur ganz sporadisch sind winzige Hornblendeschmitzchen in dem hellen Glase der Grundmasse zu beobachten.

Rio Pumachaca.

No. 2120. Ein graubraunes Geröll wurde vom Rio Pumachaca aus einer Höhe von 3179 m mitgebracht. Äußerlich zeigt es gelbliche Spuren von Eisenlösungen. Die Feldspate sind tafelförmig entwickelt. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

No. 2121. Mehr glasig ist ein Vorkommen am Abhange der Guamaní-loma, zwischen Pumachaca und Ticsan, auf der Höhe von Muyucanchi, 3300 m. Der Pyroxen kommt sowohl als Einschluß in Feldspat, wie auch innig verwachsen mit demselben vor. Der Feldspat ist durch vielfache Einschlüsse des braunen Grundmassenglases getrübt.

Quebrada del Molino.

No. 2122. Das schwarzgraue Gestein mit hakigem Bruch von dem Abstieg von Hacanang nach Ticsan, vor der Quebrada del Molino, 3342 m, könnte man ebensogut zum Hornblende-Andesit stellen. Es enthält nur wenige kleine Augite und resorbierte Hornblendepartien; außerdem ist der Augit wahrscheinlich aus Hornblende hervorgegangen. Den Hauptbestandteil sowohl als Einsprengling wie in der Grundmasse macht der Plagioklas aus.

No. 2123. In einem schwarzen Geröll unmittelbar vor Ticsan hat der Pyroxen die Oberhand. Hornblende, mit kaustischem Rand versehen, ist nur in wenigen Exemplaren auffindbar. Die Grundmasse besteht aus einem hellen, mit Mikrolithen von Plagioklas und Erz angereicherten Glase.

No. 2124. Eine kurze Strecke unterhalb Ticsan, 2947 m, auf dem Wege nach der Mina de Azufre, weist ein hellgrauer Gesteinsblock kleinere Blasenräume auf, in denen sich Eisenlösungen abgesetzt haben. Neben größeren Pyroxenen treten geringe Mengen zerfallener Hornblende auf. Am Aufbau der Grundmasse beteiligen sich schlecht ausgebildete Nester von Tridymit.

No. 2126. Der Ostabhang des Hügels der Mina de Azufre wird von einem normalen Pyroxen-Andesit zusammengesetzt. Die dunkle Grundmasse ist glasig und umschließt schwarze Augitkristalle.

No. 2127—28. Einen etwas mehr porphyrischen Charakter nehmen dann die Gesteinsmassen etwas unterhalb des Gipfels an, um ihn auch auf dem Gipfel selbst beizubehalten, 2835 m. In dichter grauer Grundmasse sieht man zahllose, kaum einen

Millimeter große, weiße Plagioklase. Ebenfalls winzige gelbe Flecke sind wohl auf verwitterten Augit zurückzuführen.

Rio Súcus.

No. 2141. Neben den beschriebenen Hornblende-Andesiten finden sich auf der linken Seite des Rio Súcus, dicht vor Alausí, 2371 m, auch reine Pyroxen-Andesite ohne jeden Hornblendeeinsprengling an. Sie sind von dunkelgrauer Färbung und vollkommen dicht. Einzelne undeutlich begrenzte gelbliche Partien sind feldspatiger Natur. Im Schliff ist der Hauptbestandteil der Grundmasse ein helles Glas.

No. 2145. Eine zweite Probe, welche die Felsen zwischen dem Fuß des Cerro Patarate und dem Rio Chanchan lieferten, besitzt ebenfalls gelbliche Feldspatpartien, aber in weit reicherem Maße, vergesellschaftet mit kleinen dunklen Augiten, deren Zwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ (100) mit eingelagerten Lamellen versehen sind. Der Hypersthen ist kräftig pleochroitisch in grünlichen bis gelblichen Tönen.

Cerro Puñay.

No. 2157. Beim Aufstieg vom Rio Huabalcon nach Pacchabamba, 2277 m, Südost-Fuß des Cerro Puñay, auf dem Wege von Chunchi nach Cañar, zeichnet sich ein gelblicher Pyroxen-Andesit durch bis 10 mm große Plagioklastafeln aus. Auch im Dünnschliff fällt die Größe der Feldspate auf, die die Hauptkomponente abgeben. Zum Pyroxen gesellen sich wenige resorbierte Hornblenden. Die Grundmasse ist körnig und beinah holokristallin, da Glas fast gar nicht zu beobachten ist.

No. 2158. Die vom Süd-Abhang des Cerro Puñay herabgestürzten Blöcke lassen die großen Feldspateinsprenglinge vermissen. In der Zusammensetzung aber haben sie große Ähnlichkeit mit den vorigen, nur spielt ein helles Glas in der Grundmasse eine größere Rolle.

Quebrada Salto de las Piedras.

No. 2159. Auch die grau-gelben Blöcke in der Quebrada Salto, zwischen Hoyaxí und Shical, ca. 2900 m, haben einen mäßigen Prozentsatz an zerfallener Hornblende. Außerdem machen sich in der hyalopilitischen Grundmasse größere quergegliederte bestäubte Apatite geltend.

Quebrada Shical.

No. 2160. Die Lavablöcke aus der Quebrada Shical, 3057 m, sind wieder von großem Feldspatreichtum. Hornblende tritt dagegen zurück. Erz ist in größeren

Partien vorhanden, auch verwachsen mit Augit. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

No. 2166. In den Tuffen oberhalb El Tambo haben die Laven makroskopisch genau dasselbe Aussehen. Im Schliff aber sind die Pyroxene z. T. opalisiert, sodaß sie bei einer ganzen Umdrehung um 360° dunkel bleiben. Mit Fuchsin behandelt färben sich die opalisierten Kristalle.

Culebrillas-Tal.

No. 2180. Auf der linken Seite des Culebrillas-Tales, bei Travesía de Paradones, nehmen die grauen Gesteine einen porphyrischen Charakter an, der in erster Linie durch massenhafte, in der Größe wechselnde, weiße Plagioklase bedingt wird. Daneben werden vereinzelte größere Augite sichtbar. Auch u. d. M. haben die Augite beträchtliche Dimensionen. Ein derartiges nach $\infty P \overline{\infty}$ (100) verzwillingtes Individuum fällt durch die ausnahmsweise zahlreichen eingelagerten Zwillingslamellen auf.

No. 2183. Ein stark verwittertes Handstück hat seinen Ursprung am Puente Espindola, 3947 m, im oberen Teil des Culebrillas-Tales. Einsprenglinge sind mit unbewaffnetem Auge nicht mehr zu erkennen. Im Dünnschliff sieht man neben Feldspat und Pyroxen häufige Mengen von Brauneisen, die vielleicht von früherem Olivin herrühren. Serpentinisierte Hohlraumausfüllungen der ebenfalls unfrischen Grundmasse, z. T. mit Opal verwachsen, zeigen das Websky-Bertrand'sche Interferenzkreuz.

Rio Cuenca.

No. 2241. Ein dichtes, grau-schwarzes Gestein, welches in der Quebrada zwischen Turi und Baños gefunden wurde, zeigt im Schliff alle Merkmale eines typischen Pyroxen-Andesits. Die Feldspate sind teilweise durch braune Glaseinschlüsse getrübt. Die Grundmasse ist ein glasgetränkter Mikrolithenfilz.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Quarzzwilling nach P_2 $(11\bar{2}2)$ in einem Quarz führenden Hornblende-Andesit von Ticsan viejo, auf dem Wege von Ticsan nach Alausí, Azuay. p. 123.

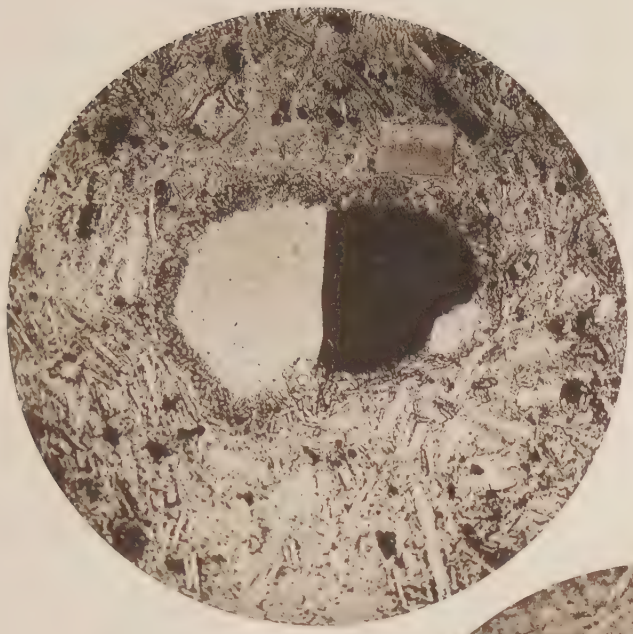
Fig. 2. Tridymit aus Hornblendezerfall, Beginn des Zerfalls; in einem Hornblende-Andesit von Puluquiza, auf dem Wege von Yaruquíes nach Coltacocha, in den Cerros de Yaruquíes. p. 125.

Fig. 3. Tridymit aus Hornblendezerfall, vollendeter Zerfall; von demselben Fundpunkte wie die vorige Figur. p. 125.

Fig. 4. Tridymit aus Plagioklasresorption; in einem Pyroxen-Andesit von Yuracpata am Rio Guapante, Cordillera de Píllaro. p. 126.

Fig. 5. Hornblendekristall nach drei verschiedenen Gesetzen verzwillingt; in einem Hornblende-Andesit von Ticsan viejo, auf dem Wege von Ticsan nach Alausí, Azuay. p. 127.

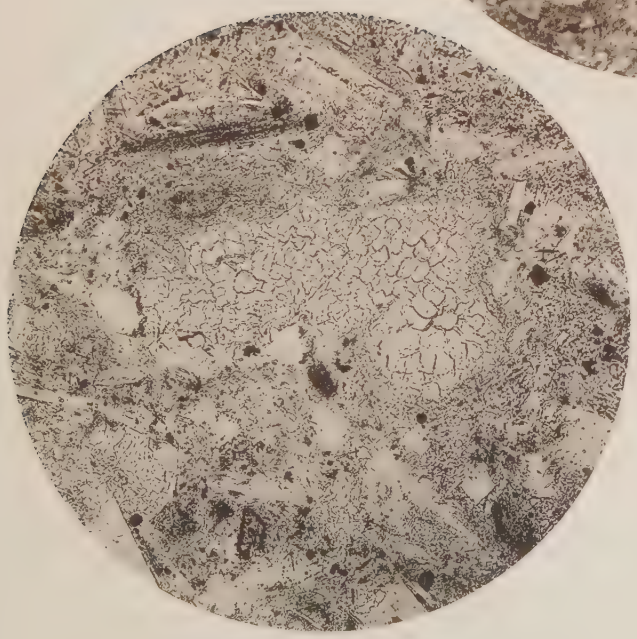
Die Originalaufnahmen wurden nach den Dünnschliffen im mineralogisch-petrographischen Institut durch den Vertreter der Firma Carl Zeiss, Herrn Hänsel in Berlin, mittelst des Zeiss'schen großen mikrophotographischen Apparats gemeinschaftlich mit dem Verfasser gemacht. Es wurde ein Linsensystem mit ca. 200facher Vergrößerung benutzt.



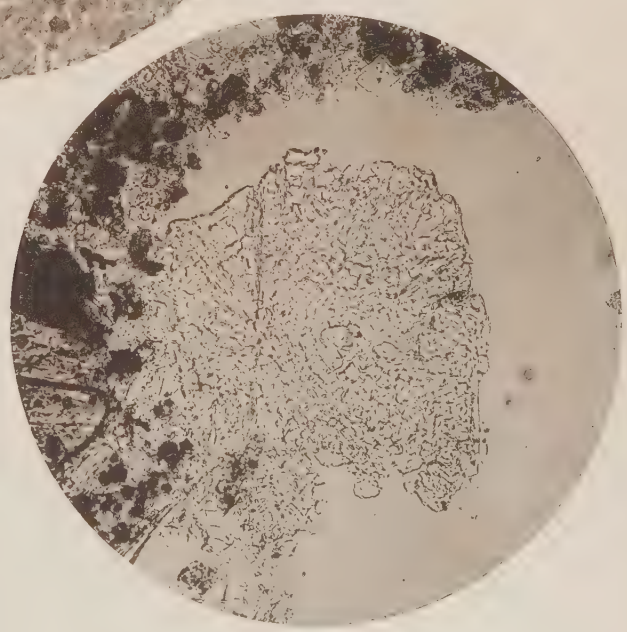
1

2

3



4



LEBENSLAUF.

Ich, Felix Johannes Tannhäuser, wurde geboren zu Reinerz am 23. Juni 1874 als Sohn des verstorbenen Hauptlehrers Hugo Tannhäuser und seiner Ehefrau Ottilie, geb. Aust. Erzogen wurde ich in der katholischen Religion. Zunächst besuchte ich das Realprogymnasium zu Oberhausen und später das Realgymnasium zu Duisburg, an dem ich im Jahre 1893 die Reifeprüfung bestand, um mich dem Studium des Bergfaches zu widmen. Nach Vollendung des praktischen Jahres als Bergbaubeflissener bezog ich im Herbst 1894 die Universität Breslau und im Herbst 1895 die Universität Berlin. Im späteren Verlauf meiner Studien wandte ich mich speziell der Mineralogie und Petrographie zu und nahm am 1. April 1899 eine Stelle als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am mineralogisch-petrographischen Institut und Museum hiesiger Universität an. Seit dem 1. November 1901 bin ich dort Assistent. Am 25. Februar 1903 bestand ich die Promotionsprüfung. Meine akademischen Lehrer waren die Herren:

Beushausen †, Beyschlag, Bornhack, Brie, Bruck, Dahn, Dambach, Eck, Elster, Eskens, E. Fischer, Finkener †, Franke, Gabriel, Hensel, C. Hintze, Hoppe †, Hoermann, Jastrow, Kerl, C. Klein, Meitzen, Pufahl, Schneider, A. Schwarz, Wahnschaffe, A. Wagner, Warburg.

Ihnen allen sage ich für die mir zuteil gewordene wissenschaftliche Förderung an dieser Stelle meinen Dank.